

BOLETIN DEL OBSERVATORIO NACIONAL

PUBLICACION DEL OBSERVATORIO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA

Ing. Amadeo López Castro
Secretario de Agricultura.

Sr. Gustavo E. Perea
Subsecretario de Agricultura.

DIRECTOR:
José Carlos Millás
Director del Observatorio Nacional.

EPOCA III. LA HABANA, CUBA, ENERO - ABRIL, 1937. VOL. II. - NUM. 1

SUMARIO

42
937
.29
B69
epoca 3
v. 2
no. 1-3
(1937)

Pág.

Analysis of the barogram of a hurricane.—José Carlos Millás, Director of the Observatorio Nacional.....	3
La estructura de los ciclones tropicales — Lieutenant Arnold E. True, U. S. Navy.—Traducción del inglés de Oscar Rivery Ortiz, Sub-Director del Observatorio Nacional.....	10
El sistema del Sol y su origen.—Isolina de Velasco de Millás.....	21
Sobre las teorías que se exponen para explicar la formación de las tormentas ciclónicas extra-tropicales.—Oscar Rivery Ortiz, Sub-Director del Observatorio Nacional.....	37
Primer Cursillo de Meteorología Práctica en el Observatorio Nacional.— José Carlos Millás, Director del Observatorio Nacional.....	65
Notas Astronómicas.—I. Velasco de Millás.....	67

National Oceanic and Atmospheric Administration

Climate Database Modernization Program

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

This document has been imaged through the NOAA Climate Database Modernization Program. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or www.reference@nodc.noaa.gov.

LASON
Imaging Subcontractor
12200 Kilm Court
Beltsville, MD 20704-1387
March 28, 2002

	<u>Pág.</u>
Observaciones aerológicas en La Habana.—Ernesto Tabío, Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional.....	73
Estado general del tiempo en La Habana en el primer cuatrimestre del año 1937	98
Algunos fenómenos meteorológicos interesantes en el primer cuatrimestre del año 1937.....	101
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional en el primer cuatrimestre del año 1937.....	103
Temperatura y lluvias en la República en el primer cuatrimestre del año 1937	107
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1937.....	113
<p>Los autores son los únicos responsables de las ideas expresadas en los trabajos publicados.</p>	



Barogram of the Havana hurricane of the 20th of October, 1926. Actual size.

ANALYSIS OF THE BAROGRAM OF A HURRICANE

JOSÉ CARLOS MILLÁS,

DIRECTOR OF THE OBSERVATORIO NACIONAL

In the October, 1926, number of the BOLETÍN DEL OBSERVATORIO NACIONAL, we published what we think is one of the best barograms and perhaps the largest one ever obtained of a severe hurricane. In this case the hurricane crossed over Cuba, the vortex passing almost over the city of Havana, where the Observatorio Nacional is located, on the 20th of the mentioned month.

Although in the article mentioned, we considered mainly the storm, its genesis, development, course and observations made at different localities during its passage, a brief examination of two barograms recorded, allowed us to call attention to various interesting parts of the atmospheric graph. It enabled us to identify a special region, which we called in Spanish *anillo de máxima violencia*, that is, *ring of maximum violence*, not exactly what is to be expected of a *vr* vortex; and also a lowest point reached by the pen of the barograph, precisely at that region, which we then called the *absolute minimum*, but which perhaps should better be called the *forced minimum*.

We intend now to analyse the curve more closely. Besides, it will be another opportunity to present a beautiful barogram, with the hope that it may interest others, who have tried or may try to obtain even better and larger hurricane graphs.

The requisites for obtaining such a barogram are:

- a)* A tropical cyclone of great intensity that passes through a given locality.
- b)* The proper instrument for recording the variations in pressure, with some amplification.
- c)* The assurance that the instrument will work faithfully during the passage of the storm.

It is very seldom, indeed, that all these conditions will hold. Therefore, it is not unlikely that the barogram which we are considering, is probably one of the best that have been obtained.

Concerning the conditions mentioned above, in our case the tropical cyclone was the severe hurricane of Havana of the date given. The instrument that traced the graph was the Richard gravity barograph, with two amplifying factors, X20 and X5. (Baromètre de Gravité Jules Richard - Paris. — Echelle 5 mm. & 20 mm. pour 1 mm. de mercure). The cylinder carrying the sheet of the diagram has two velocities, corresponding to 26 and 208 hours. The sheet itself is 31 cm. wide and 95 cm. long (about 12 inches by 37 inches). Usually the instrument works with the higher amplification and lower velocity.

As we knew the intensity of the tropical cyclone heading towards Havana, we prepared the instrument very well before the advent of the storm, changing the amplifying factor to X5, and raising the pen to the upper limit. No change was made in the time scale, and so the cylinder continued with the low velocity. Special attention was given to the pen point and the supply of ink.

During the passage of this hurricane, we were almost continually by the instrument, watching the recording mechanism, being very careful that it did not suffer any interruption, that the pen would not separate from the paper and that it would always be tracing with the adequate amount of ink. And so we had the privilege of actually seeing how a severe hurricane left its record beautifully traced, that peculiar V of the passage of a vortex.

With respect to the coördinates of the diagram, the abscissae represent, of course, time; the interval between two vertical lines equals 40 minutes. They are really differential readings from an arbitrary 0, which is the thicker vertical line at the left, where the numbers of the ordinates are written. The actual time of this zero, corresponds to 1926, October 20, at 2 h. 5m. a.m., 75th meridian. The ordinates, beginning at 700 millimeters of pressure, (all corrections made), are written with ink up to 756 mm. The difference of the horizontal lines is equivalent to 0.4 mm. Between two thicker lines there are 4 mm.

In examining the barogram we see that the total period of the hurricane covered by this pressure graph, from 753, at zero time, to 754, at the last reading that will be considered, is 30 units of 40 minutes each one, or a total interval of 20 hours.

The embroidery of the barogram, as Sir Napier Shaw would have it, is remarkable, both in magnitude and pattern. It can be seen that the small oscillations of the pen present what we call *hinchazón de la curva*, (swelling of the curve), commencing at 753. They are small at first. At the reading of 750 they are about 0.4 to 0.7 of a millimeter. These oscillations continue to increase with the descent of the curve, to 1, 2, 3, up to 8 mm. at about 729.6. Rapidly, or better, very rapidly, the oscillations decreased, and almost ceased in the vicinity of 728; so much so, that the curve continues its precipitous descent quite clean and sharp for a period, perhaps up to 719; the exact moment cannot be read in the barogram.

After this clean branch, (tramo limpio), commences a period of short duration where the most violent swings of the pen of the barograph are recorded; one of these tremendous swings or gigantic oscillations extending from 728.6 down to the absolute or forced minimum at 699.5. These extraordinary oscillations of the pen coincide with a period so intense in the passage of the hurricane that we refer to it as the ring of maximum violence. The value of the greatest swing is 29.1 mm. (1.15 inches).

It must be noted that this greatest swing is not reached in the first oscillation of the pen. Indeed, several were traced before arriving at the extreme levels of both upward and downward motions; and these can be seen fairly well at the superior level, first at 727.0, a second one slightly below 727.6, and the highest one probably at 728.6 or slightly higher. These gigantic oscillations were damped rapidly, or ended very rapidly, because we can identify only the next upward swing at 727.8.

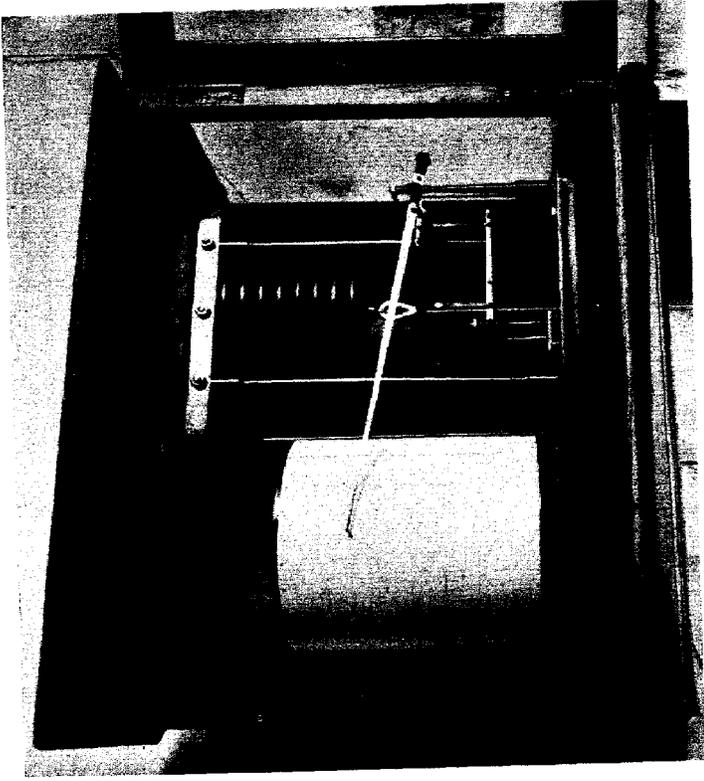
Following this convulsive period, we find again great oscillations, but not like the preceding ones, from 718.7 down to 710.3, and again up to 716.6. Then follows a relatively quiet period near the mean minimum, with oscillations probably between 715.0 and 711.0, the mean occurring at 713.0 or very near this value.

After an intermission, another violent period is encountered, with a swing of the order of 8 mm., the pen oscillating between a maximum at 718.6 and a minimum of 710.0. Evidently, it has what may be called an upward tendency. Shortly after, a swing of about the same order, from 715.4 down to 707.8, shows a downward tendency; but it is the last one with this peculiarity, because from now on all swings will show an upward tendency, reaching a level of 718.6.

At 714.5 begins a clean and rapid ascent of the curve, with oscillations of small importance; and this will hold up to the region near 731, when the curve will again start to "swell". At 734 we again find a series of violent oscillations of the order of from 4 to 6 mm. The contrast between this region and the almost clean curve preceding it, is very marked.

After the agitation of the pen at this time, an interval of about an hour, the curve ascends from a reading near 739, without great swings, though still with "swelling", at times more pronounced; and finally, at 754, the structure of the curve is again normal.

In a general way we can say that the barogram presents these regions, in order of time:



Upper part of the Richard gravity barograph (Grand modèle).
Altitude of recording cylinder, 32 cm. (12.6 inches).

Descent of curve

- Region 753 to 728—Branch with progressively larger oscillations, with a maximum of about 7 mm.
- „ 728 „ 719—Branch of clean curve.
- „ 719 „ 714—Branch of gigantic oscillations, maximum about 29 mm. The absolute or forced minimum occurs.
- „ near 714—Branch of great oscillations, of the order of 8 mm. (A).
- „ „ 713—The mean minimum. Oscillations of the order of 3 to 4 mm.

Ascent of curve

- Region near 714—Branch of great oscillations, of the order of 8 mm. Corresponding to (A).
- „ 715 to 731—Branch of clean curve.
- „ 731 „ 734—Branch of small oscillations.
- „ 734 „ 739—Branch of violent oscillations, of the order of 4 to 6 mm.
- „ 739 „ 754—Branch of small oscillations, finally ceasing at last reading.

The total interval of the vicinity of the vortex is about 80 minutes. It will be seen that the actual times of the absolute and of the mean minimum are:

Absolute minimum—1926 Oct. 20, 10h 35m a.m. 75th meridian.

Mean minimum — 1926 Oct. 20, 11h 10m a.m., 75th meridian.

This hurricane was a severe one, but otherwise normal in period of development and trajectory. Its genesis occurred over the southern portion of the Western Caribbean Sea, in the vicinity of the region of Old Providence Island. The storm moved northnorthwestward; and after recurving over a point slightly South of the

Isle of Pines, it advanced rapidly toward the first quadrant, the city of Havana describing a secant through the regions of maximum violence and of relative calm, barely missing the center of the cyclone.

In Fig. 1 we have drawn three circles; the inner one corresponding to the *eye of the storm* properly, a period of calm or light winds. Around it, the second circle, an area of fresh winds, which has been called the *relative calm* (R). Finally, around this, is a zone where the gusts attained the highest velocity, being almost continuous, and the oscillations of the pen of the barograph were

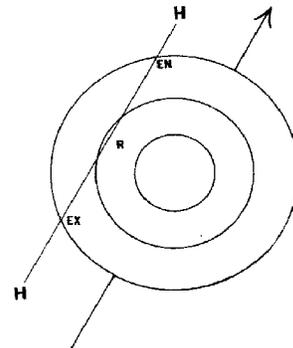


Fig. 1

extraordinary, reaching the lowest level, which we refer as the *absolute or forced minimum*. We speak of this region as the *ring of maximum violence*.

The drawing is ideal, of course, but it is approximately correct to scale, with a corresponding velocity of translation of the storm at this moment of 26 Km. per hour. The trajectory and direction of motion are shown. The secant HH is the locus traced by the barograph in relation to the inner part of the hurricane. In the zone EN of entrance into the ring of maximum violence, we find the most terrible gusts, and correlated, the gigantic oscillations of the pen of the instrument. It is to be remarked, that in the zone of exit, EX, the swings and

the gusts are not equivalent in magnitude, though still great. Between those two zones we find the smaller one, where the secant crosses the area of relative calmness, corresponding, naturally, to the nearest distance to the geometric center, and therefore, in the barogram, the portion where the mean minimum is found.

The eye of the storm has been known for a long time. Of the adjacent area of relative calm, many observations have been made. But of the ring of maximum violence we know so little, that we do not even know whether or not it can be observed in all hurricanes.

When one considers a vortex from a theoretical point of view, one is inclined to be in favor of the necessary existence of just such a region of great violence near the center of a tropical cyclone. Nevertheless, from observations it cannot be just admitted that a *or* vortex will hold for one of these hurricanes, as the examination of the different branches of the barogram clearly shows. And even if we limit that assumption up to the ring of maximum violence, passing then to a forced vortex, with symmetrical characteristics with respect to the axis, observations show that the phenomenal distribution is not homogeneous, probably for one reason, that the axis is inclined.

Observations, therefore, are needed in order that we may have a better conception of the inner vortex and adjacent regions. We cannot say that we know much about the actual geometry of these areas or of the totality of the physical processes involved.

In a severe hurricane there is probably a tendency to circularity, as we have assumed here, at least in the lower horizontal sections. But it may not be true in every case. And, what about the thickness of the walls of boundary of each zone? What are the interrelations between these zones? These and many other problems present themselves to the tropical meteorologist, who would like to have sufficient data for their study.

A plea is made, therefore, for a better study of vortices, from the observational side, with the best possible instruments and barographs having an amplifying factor of at least five times.

LA ESTRUCTURA DE LOS CICLONES TROPICALES

LIEUTENANT ARNOLD E. TRUE. U. S. NAVY

Publicado en el U.S. Naval Institute Proceedings, Vol. 63, No. 409 Marzo 1937.

Traducción autorizada cortésmente por el Board of Control of the U. S. Naval Institute, Annapolis, Md.

Durante la última década, tanto en el servicio naval como en otras actividades, se ha desarrollado rápidamente, de un modo general, el interés por los fenómenos meteorológicos. En la prensa diaria se leen informaciones sobre sequías, inundaciones, tornados, huracanes, tormentas de polvo, y ras de mar. Los fenómenos meteorológicos nos han acompañado siempre y hasta hace muy poco la tendencia general del lego ha sido la de considerar los cambios caprichosos sufridos en el estado del tiempo como actos emanados de Dios, contra los cuales no existía otro recurso que la oración. Los fenómenos meteorológicos pueden considerarse aún como actos emanados de Dios, pero la realidad nos demuestra que "ellos proyectan su sombra por delante", y que aunque no se les puede impedir, es posible, hasta cierto punto al menos, preverlos, tomando las precauciones necesarias. Tan sólo lo desconocido es capaz de amedrentar el corazón del soldado valeroso, y el mejor modo de evitar este temor a lo desconocido consiste en conocerlo.

El rápido desarrollo de la aviación ha sido la causa principal del creciente interés que se advierte en el estudio de los fenómenos del tiempo. Este estudio y los resultados obtenidos de él, han demostrado la importancia cada vez mayor que esos fenómenos ejercen en la artillería, en la táctica, en la estrategia y en general en todas las ramas del servicio naval. La predicción del tiempo dista mucho de haber alcanzado un grado de perfección, y tan sólo a medida que el conocimiento de los fenómenos va siendo más completo, y a medida que se va imponiendo

la necesidad de predicciones más exactas, es que ella se va mejorando. Por esta razón el Departamento de Marina ha incluido en el programa de exámenes para la promoción de Oficiales preguntas sobre la Teoría del Frente Polar. El ejercicio del mando superior exige que el Oficial conozca el estado del tiempo en la misma medida que conoce sus máquinas, su artillería y su navegación, pues en la crisis que se presenta con el combate, aquél puede constituir un factor de la mayor importancia.

El autor acompañó recientemente al Major E. H. Bowie, del U. S. Weather Bureau, en un recorrido por los Observatorios del Oriente. Aunque las naciones del Lejano Este no ejecutan aún la cooperación internacional que es necesaria para lograr un sistema efectivo de información sobre el estado del tiempo tal como se realiza actualmente en Europa, han hecho notables progresos en sus esfuerzos individuales para resolver sus problemas del tiempo. El Weather Bureau Japonés puede citarse, probablemente, como una de las organizaciones más completas y efectivas del mundo entre las de su clase. Sus encargados de hacer los pronósticos, y sus observadores, están debidamente entrenados, y la atención que característicamente prestan a los detalles, produce resultados excelentes. Por ejemplo, ellos predicen y trazan las trayectorias individuales de las tormentas eléctricas, y basados en los avisos del Weather Bureau, la corriente de las líneas de transmisión que se encuentran amenazadas por la tormenta, se transfiere a otras líneas duplicadas que no lo están. La República de China, relativamente joven, ha estado privada, durante años, de un servicio meteorológico nacional, y el hecho de que uno haya sido incluido entre los principales asuntos de su actual programa de modernización, demuestra que su importancia no ha sido desestimada. No hay duda de que Bjerknes, Bergeron y el Frente Polar han penetrado en lo más profundo del Japón y de la China.

Durante nuestro viaje desde California a Guam, las Filipinas, China y el Japón en el U. S. *Ramapo*, tuvimos el dudoso placer de ponernos en contacto más o menos íntimo con cinco tifones distintos. Durante este período estuvimos dibujando mapas completos del tiempo del Océano Pacífico, en los que incluíamos nuestras obser-

vaciones locales. De estas observaciones, unidas a los informes recibidos de las estaciones vecinas, nacieron algunas ideas referentes a la estructura y origen de los tifones, ideas que no están estrictamente de acuerdo con las generalmente aceptadas sobre el asunto. Desde luego que la observación de cinco o quizás una docena de tifones, realizadas desde algunas estaciones, no es suficiente para probar más allá del límite de la contradicción, el origen y la estructura de los mismos. Estas ideas se exponen con la intención de que sean comprobadas o refutadas por otros observadores, debiendo hacer constar, con agradecimiento, las sugerencias y ayuda que nos prestara el Major Bowie, así como también que estas ideas son comunes, habiéndose llegado a ellas mediante cuidadosa discusión de cada problema en particular.

Prácticamente en todos los trabajos modernos con relación a la meteorología, los ciclones se dividen en dos clases generales: ciclones tropicales y ciclones extra-tropicales. Los ciclones tropicales comprenden a todas las tormentas rotatorias que se forman en las regiones tropicales, y se les conoce como "huracanes" en el Atlántico, como "tifones" en el Pacífico y como "ciclones" en el Océano Indico. Todas ellas poseen características similares, admitiéndose generalmente que tienen el mismo origen, y que su desarrollo y movimiento siguen las mismas leyes. Los ciclones extra-tropicales son aquellos que se forman en las latitudes altas y medias, suponiéndoseles un origen distinto a los ciclones tropicales, y obediendo leyes de movimiento distintas también.

Hasta la última década se estimaba generalmente que los ciclones tropicales consistían en un fenómeno de convección: se creía que el aire corría hacia el Sur, en demanda de las calmas tropicales o hacia las cercanías del ecuador termal, estancándose y calentando a tal extremo que el aire caliente ascendería verticalmente, precipitando parte de su elevado contenido de vapor acuoso, para correr horizontalmente a niveles superiores. El aire ascendente, al calentarse por absorción del calor liberado en el proceso de la condensación, aumentaba su proceso ascensional, provocando al mismo tiempo un descenso de la presión en el centro de la columna de aire ascendente. La rotación terrestre le imprimiría un movimiento de ro-

tación al aire que tiende a correr hacia el área de mínima presión. De esta manera un ciclón tropical se movería hacia el Oeste dentro de la corriente tropical, recurvando hacia el Este a medida que se fuera alejando de ésta para penetrar en las latitudes medias. Esta teoría era satisfactoria en muchos extremos, pero dejaba sin explicar otros fenómenos que los acompañan, y en la práctica no ofrece otro medio de predecir su formación y movimientos a no ser la experiencia y sus demostraciones anteriores.

Mientras tanto la escuela Noruega de meteorología, bajo la dirección de Bjerknes y Bergeron, desarrolla la Teoría del Frente Polar y demuestra su aplicación a los ciclones extra-tropicales. Esta Teoría del Frente Polar puede expresarse brevemente así:

“La atmósfera en las regiones ecuatoriales recibe más calor que el que radía, y en las regiones polares radía más que el que recibe. A fin de mantener el equilibrio de temperatura y presión, el aire de las regiones polares debe correr al Sur, y el aire caliente de las regiones ecuatoriales al Norte. Cuando el aire tiende a correr desde las áreas de alta presión a las de baja, para restablecer el equilibrio atmosférico, la corriente de aire es deflecada a la derecha por el movimiento de rotación de la tierra. Esta fuerza da lugar a que el aire corra paralelamente a las isobaras, en vez de hacerlo a través de ellas. Esta combinación de fuerzas hace necesario que el cambio de aire tenga lugar mediante masas de aire, esto es, glóbulos o burbujas de aire frío que se desprenden de las áreas donde tienen lugar los mayores enfriamientos, moviéndose hacia el Sur de modo irregular. Estas masas de aire estarán dotadas de características distintas de humedad y densidad, cosa que dependerá del lugar de origen, de la época, la edad, la trayectoria seguida, etc. etc. Las observaciones realizadas en un número de estaciones permiten el trazado de líneas que separen a las masas de aire dotadas de características distintas. Estas *líneas de discontinuidad* reciben el nombre de “frentes”. Si una masa de aire frío está desplazando a otra caliente en un área dada, el frente será un “frente frío”. Si una masa caliente está desplazando a otra de aire frío, la línea de discontinuidad constituye un

“frente caliente”. Cuando una masa de aire caliente y otra de aire relativamente frío corren una al lado de la otra siguiendo direcciones opuestas, puede desarrollarse entre ellas un remolino o ciclón, en la misma forma que se desarrolla entre dos corrientes de agua que corren en sentidos opuestos. Estos ciclones, por razones físicas, se moverán a lo largo del frente de discontinuidad, en la dirección de las isobaras del aire superior del sector caliente. La discontinuidad en el lado frío afecta la forma de cuña, colocándose por debajo del aire caliente, mientras que el aire caliente, al avanzar, lo hará por encima del aire frío, por delante del frente frío. Estas acciones recíprocas darán lugar a las llamadas precipitaciones de frente caliente y de frente frío.”

La Teoría del Frente Polar ha sido aceptada por los principales meteorólogos de todas las naciones como la explicación correcta del fenómeno meteorológico en relación a los ciclones extra-tropicales. Posteriormente los investigadores han encontrado evidencias de un frente tropical o línea de discontinuidad en las cercanías del ecuador térmico, separando las masas de aire de los hemisferios Norte y Sur. Más aún, se han encontrado pruebas evidentes de que todos los ciclones tropicales se originan a lo largo de este frente. Las masas de aire del Norte y del Sur en este caso, como es natural, no tienen las diferencias distintivas en temperaturas y humedad que deben observarse en conexión con el Frente Polar. Debido a la diferente distribución de las aguas y de las tierras sobre la superficie del globo, tanto las masas de aire procedentes del Norte como del Sur, llegan generalmente al Frente Ecuatorial después de una larga travesía sobre las aguas. Ambas masas serán calientes si se les compara con las masas polares, y húmedas en las capas superficiales. La principal diferencia en temperatura y humedad, si existe alguna, deberá encontrarse a cierta distancia por encima de la superficie. Desgraciadamente muy pocas observaciones se hacen de la temperatura y humedad del aire superior en el Frente Ecuatorial.

Distintos investigadores han intentado aplicar, aunque sin éxito, los principios del Frente Polar a los ci-

clones tropicales que se forman en el Frente Ecuatorial. Las dificultades consisten principalmente en lo siguiente

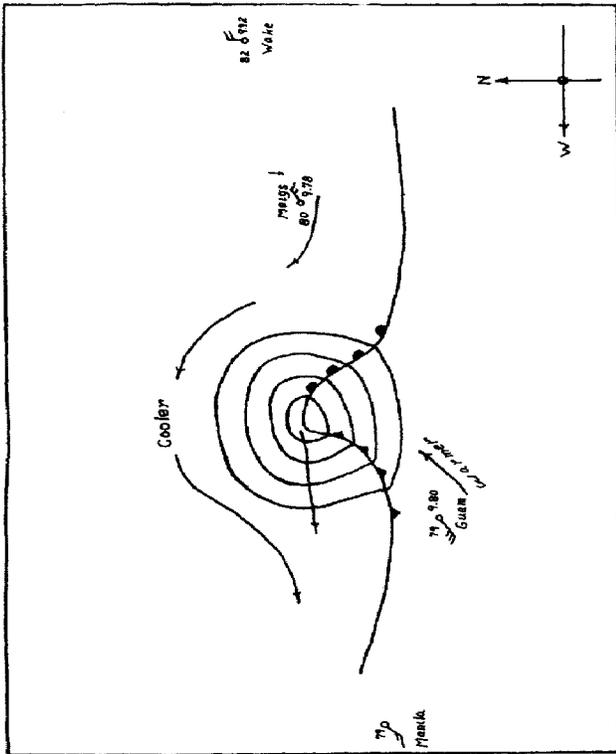


Figura 1

(véase Fig. No. 1); se emplean tifones del Pacífico Occidental para ilustración (pero los argumentos son aplicables de igual modo a los huracanes de las Indias Occi-

dentales y a los ciclones del Océano Indico) y se supone que el sector caliente queda al Sur:

(1) Por las leyes físicas contenidas en la Teoría del Frente Polar, la tormenta debe moverse al este, a lo largo de las isobaras del sector caliente. De hecho invariablemente se mueven hacia el oeste. (2) Como el sector caliente queda al sur, a medida que se va ascendiendo dentro del aire menos denso de esta área, se puede llegar a un punto donde la presión es más alta al sur que a un nivel correspondiente al norte, dentro del aire más frío. Esta distribución de la presión exigiría una corriente de aire moviéndose del oeste al este, a niveles más altos. La observación nos muestra una corriente de aire de *este a oeste* en el aire superior. (3) El área de máxima precipitación, como ha sido observado y establecido por Cline, queda situada en el frente derecho del ciclón, mientras que de acuerdo con la Teoría del Frente Polar debe quedar por delante del frente caliente, como se muestra en la Figura No. 1, o en la parte derecha posterior. (4) El frente frío, en realidad, retrocede al llamado aire frío, y el frente caliente al aire caliente, cosa que constituye un absurdo, según las leyes físicas. Como estas dificultades parecen insuperables, la tendencia de los investigadores ha sido la de echarlas a un lado y llegar a la conclusión de que los ciclones tropicales constituyen "una casta distinta de gatos".

Habiendo discutido estos problemas en relación con distintos tifones observados en nuestros mapas del tiempo, y habiendo cruzado los bordes de tres de ellos y por las cercanías del centro de otro, hemos llegado a la conclusión de que la explicación era tan sencilla que, como en el caso de "La Carta Robada", había sido desdeñada por su propia sencillez. En resumen, *el sector caliente debe quedar al lado Norte*.

Esta conclusión se obtiene no tan sólo por la discusión teórica, si no también por la observación directa. A medida que el *Ramapo* se acercaba a Guam, el 28 de abril, 1936, estábamos dentro de un sector caliente típico—temperatura 88 grados, humedad 90 por ciento, cielo cubierto en parte por cumulus, viento Nordeste, fuerza tres. Antes de nuestra llegada cruzamos el frente caliente que estaba situado precisamente al Norte de la isla. La temperatura descendió a 80, con viento suave del Oeste. Al día siguiente la perturbación, que se había formado al Nordeste de Guam, nos alcanzó, pasando a unas 100 millas al Norte nuestro, moviéndose al Oeste. Nuestros vientos aumentaron a frescos del Oeste al Suroeste, descendiendo la temperatura a 76 grados. Mientras tanto, el transporte del Ejército *Meigs*, que se encontraba detrás de nosotros y bastante al Norte del Frente Ecuatorial, reportaba vientos del ENE y una temperatura de 86 grados.

Dos días después se acercó una segunda perturbación, siguiendo la trayectoria de la primera. Nuestros vientos superficiales rolaron del Sudoeste al Oeste. Pre-

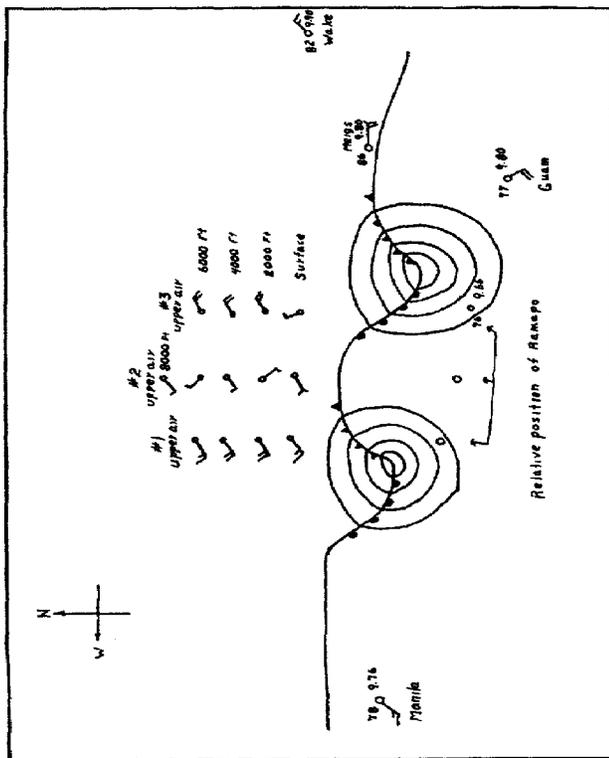


Figura 2

cisamente antes de que nos alcanzaran las nubes se obtuvo un sondeo con un globo piloto. Nuestros vientos superiores habían rolaro del Sudoeste al Nordeste. La situación fué analizada posteriormente en la forma que

se muestra en la Figura No. 2. Más tarde, en ruta de Chefoo, China, a Yokohama, Japón, octubre 1-4, 1936, tuvimos oportunidad de observar a corta distancia un tifón en el proceso de recurva. Se obtuvieron informes completos, tanto de buques como de estaciones en tierra,

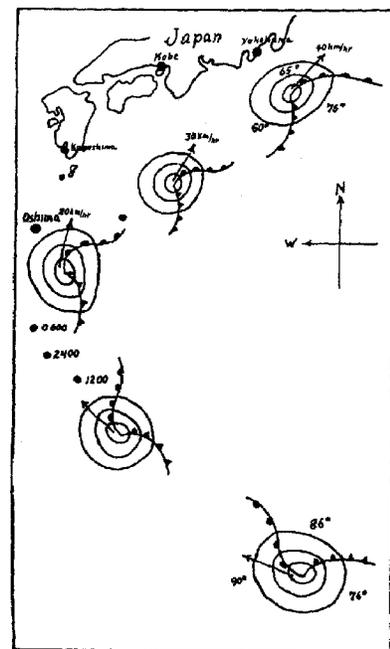


Figura 3

por medio de la Oficina Meteorológica Central Japonesa en Tokio, con intervalos de 6 horas. El análisis de las sucesivas posiciones de este tifón se representa en la Figura No. 3. El *Ramapo* cortó el frente caliente, desde el sector caliente, a 0930 del 3 de octubre. Al pasar del

sector caliente al sector frío, la temperatura descendió de 80 a 71 en 30 minutos, bajando la humedad desde 95 al 80 por ciento en el mismo período.

La suposición de que una tormenta tropical tiene un sector caliente y uno frío, y que el primero está situado al lado Norte es, después de todo, la única solución lógica del problema. Si la Teoría del Frente Polar se mantiene bien en cuanto a su aplicación a los ciclones extratropicales, no hay razón alguna para que no pueda aplicarse a los ciclones tropicales. Las leyes físicas no se alteran por un simple cambio de posición geográfica. Las tormentas tropicales se originan más frecuentemente en el Hemisferio Norte cuando el ecuador termal se encuentra en su máxima posición septentrional, sin que esto quiera decir que el ecuador termal y el Frente Ecuatorial sean necesariamente idénticos. La estación en que se producen con mayor frecuencia corresponde al *invierno* en el Hemisferio Sur. Los desprendimientos de masas frías de las regiones polares meridionales, se mueven al Norte y rompen contra el Frente Ecuatorial en el Hemisferio Norte. La región situada al Norte del Frente Ecuatorial se encuentra entonces en el máximo de su estación *caliente*. Las grandes proporciones de las áreas sólidas en el Hemisferio Norte vienen a contribuir a este desequilibrio de calor, y por tanto debe esperarse tan sólo que *el aire situado al Norte del Frente Ecuatorial esté más caliente que el situado al Sur*. Se ha encontrado que las tormentas se forman en el lado occidental de los océanos, cosa que se explica cumplidamente por la extensión de la trayectoria, necesaria para dotar a los vientos calientes del Norte de su alto grado de humedad, y por la presencia de aire frío invernal en los continentes de Australia, Sud América y Africa, que dotarán a los vientos del Sur de su grado máximo de frialdad. El retardo y recurva de las tormentas constituyen el desarrollo lógico de la aplicación de los principios del Frente Polar. Una sencilla ojeada a cualquier mapa del tiempo del mes de septiembre es bastante, prácticamente, para notar el aumento gradual de la temperatura de los alisios a medida que van avanzando sobre el Pacífico: Honolulu tendrá una temperatura del orden de 78° F.; Midway 78° (aunque situada más al Norte); Wake 86° y Guam 88° F. (ex-

cepto cuando se encuentra al Sur del Frente Ecuatorial). Mientras que la temperatura y la humedad del aire situado al Norte del Frente Ecuatorial en la superficie no es mucho mayor que la del aire situado del lado Sur, se supone que los sondeos representativos de esta área demostrarían que esa diferencia aumenta con la altura.

Existe, desde luego, una diferencia marcada entre los ciclones tropicales y los extra-tropicales. Ella consiste en que la principal fuente de energía que intensifica a la tormenta tropical está representada por la condensación del vapor acuoso, mientras que en los ciclones extra-tropicales ella está representada por la diferencia en temperaturas entre dos masas adyacentes. Ello no constituye, sin embargo, una diferencia fundamental, pues ambas fuentes de energía están representadas tanto en las tormentas tropicales como en las extra-tropicales. Tan sólo existe una diferencia de graduación. Esperamos que observaciones e investigaciones ulteriores sean realizadas en el futuro con relación a este problema; pero mientras no se demuestre que nuestro análisis adolece de error, creemos que los ciclones tropicales se forman y mueven exactamente en concordancia con las mismas leyes que rigen la formación y el movimiento de los ciclones extra-tropicales.

NOTA DEL TRADUCTOR:—En el Vol. 1 No. 2, Epoca III del "Boletín del Observatorio Nacional" publicamos un trabajo titulado "La Teoría Térmica en la Formación de los Ciclones Tropicales", sosteniendo la teoría del eminente meteorologista norteamericano Jas. P. Espy. En este artículo, entre otras cosas, decíamos "... Sin embargo, con el decursar del tiempo, cuando se logren observaciones repetidas en el propio núcleo del ciclón que permitan el análisis de las masas de aire que concurren a su estructuración y mantenimiento, no es dudoso que se formule otra teoría definitiva sobre el origen de los ciclones tropicales, eliminando la de Espy...". El interesante trabajo del Lieutenant Arnold E. True, que hemos traducido con el cariñoso interés que ponemos en divulgar cualquier manifestación científica de esta índole, parece señalar una nueva ruta al ciclonista tropical.—O. R. O.

EL SISTEMA DEL SOL Y SU ORIGEN (1)

ISOLINA DE VELASCO DE MILLÁS

Hacia el cielo, el hombre ha levantado la vista siempre; en los albores de la vida humana, con ese temor natural que en ocasiones debió convertirse en espanto; luego, a través de su lenta evolución, el individuo no ha cesado de mirar hacia arriba, y por su espíritu demasiado apegado a nuestra Tierra, han pasado las emociones todas, llegando por último a obtener los unos, la bien codiciada impresión de serenidad mediante esa celeste contemplación; a la vez que otros responden con esa indiferencia propia del momento, producto de muy diversos factores entre los cuales figuran, el desconocimiento de los problemas cósmicos y un particular y marcado desdén hacia todas las cosas.

El cielo nos ofrece en una noche clara, sin Luna, el espectáculo maravilloso de estrellas y más estrellas: pasados los límites de nuestra visión, podemos mentalmente llenar el cuadro; los astros irán surgiendo en fantástica profusión hasta alcanzar cifras del orden de miles de millones de estrellas; nuestro cuadro mental abarca ya una galaxia en el espacio, un universo-isla, aislado pero no solo; millones de galaxias de estrellas, en número semejante al ya mencionado, envían al espacio sus mensajes de luz; y sin duda, otros muchos se presentarán cuando los nuevos telescopios puedan sondear las regiones hasta hoy perdidas para el astrónomo en esas tinieblas, producto de su pasmosa lejanía. Pero este espacio con sus millones de galaxias, cada una a su vez con sus millones de estrellas, no ha estado siempre en las mismas condiciones; el cuadro varía si se considera en relación con ese

(1) Leído en la Sociedad Geográfica de Cuba, el 12 de abril de 1937.

factor siempre decisivo que llamamos tiempo. Mirando hacia atrás millones de millones de años, podríamos quizás llegar a un momento en el cual no existieran las estrellas; entonces, toda la materia condensada, en esos soles se extendería por el espacio, que estaría tan escasamente ocupado por dichas moléculas, que el gas así formado sólo tendría una densidad de 1.5×10^{-21} veces la densidad del agua; es decir, existiría una nebulosa de una densidad sorprendentemente baja, tan tenue en efecto, que una vez provocadas las condensaciones debidas a ese principio general de la inestabilidad de gravitación, no podrían éstas subsistir a menos que no fueran $62\frac{1}{2}$ millones de veces más pesadas que nuestro Sol, según los cálculos de Jeans; es decir, que esas condensaciones en la hipotética nebulosa primitiva, no darían lugar al nacimiento de soles, sino a agregados que tuvieran el peso de millones de soles. Esos agregados existen en el espacio, y se les conoce con el nombre de nebulosas espirales; y hasta se sabe la densidad de algunas de ellas, que suele ser unas mil millones de veces mayor que la densidad de la designada como nebulosa primitiva. Ya en este estado, las condensaciones sí pueden tener pesos semejantes al de nuestro Sol; en ese medio pues, en esas nebulosas que han surgido por condensaciones en un medio anterior, hallamos la cuna de las estrellas. Al nacer están ya dotadas de un movimiento de rotación, por tener que cumplir con el principio de conservación del momento angular. El resultado dista mucho de ser uniforme; es evidente que existen cuerpos parecidos en el espacio, pero ofreciendo dentro de esa misma semejanza que los une, la más interesante y notable variedad. Así pues, nuestro Sol y todos sus compañeros, esos astros que tanto nos intrigan en el espacio, pensamos que han surgido por condensaciones en una nebulosa en rotación. Debido al principio general de la conservación del momento angular, la rotación original de la nebulosa se conservaría en la rotación de las estrellas que al nacer tendrían esa, la transmitida por herencia como si dijéramos, además de la que resultaría debido a las corrientes producidas mediante el proceso de condensación. El problema interesante que se plantea entonces es, si al au-

mentar la velocidad de rotación de las estrellas, éstas a su vez se podrían deshacer en una tercera generación de cuerpos celestes. Jeans ha hecho un detenido estudio matemático del problema; considera los dos casos posibles, atendiendo a las condiciones físicas de los astros, es decir, a su mayor o menor condensación central; y en el caso de que sea considerable esa condensación, si se puede aceptar como si tuviera naturaleza de líquido, entonces la estrella pudiera presentar el interesantísimo fenómeno de convertirse en una estrella doble, y después quizás en una estrella múltiple. Es decir, que la evolución general en el espacio comprendería las etapas siguientes:

*caos - nebulosas - estrellas - estrellas binarias -
estrellas múltiples*

Lo que no tiene cabida en este general desenvolvimiento es nuestro sistema solar; constituye aparentemente un caso especial, y da lugar a uno de esos problemas astronómicos que están muy lejos de tener en estos momentos una definitiva y satisfactoria solución. En efecto, nada conocemos en el Universo semejante al sistema del Sol, sin que esto quiera decir de ningún modo, que no existan otros sistemas análogos, ya que resultaría difícil, por no decir imposible, el aceptar que constituyamos un caso único en la vida de las estrellas.

Quizás pudiera pensarse, que en una época como la nuestra en la cual se consideran problemas tan imponentes, como por ejemplo, el de la existencia, evolución y movimiento de las galaxias, que el origen de nuestro sistema es un asunto de muy poca significación en la vida general de los universos, y de un interés demasiado local. Nada, sin embargo, más lejos de la realidad; el problema del origen de los planetas está íntimamente ligado con la vida de las estrellas, que aceptamos como semejantes en las galaxias todas del Universo; y así como nos interesa cada uno de esos conjuntos maravillosos, y con nuestra imaginación los pretendemos seguir aún en su ahora dis-

cutida fuga colosal, no es menos cierto, que nos intriga también el proceso mediante el cual una estrella del espacio perdió su soledad, y se convirtió en miembro principal de un grupo de pequeños astros que carecen del esplendor de las estrellas, pero que constituyen el único medio posible para la manifestación y desarrollo de lo que nosotros llamamos vida.

Antes de hablar de los cuerpos que integran la familia del Sol, debemos decir algo acerca de la posición que ocupamos en el espacio, de ese lugar que nos corresponde en la galaxia de estrellas que llamamos un universo-isla, sólo porque los términos de nuestra propia lengua dilatan su significación al referirse a cosas que van más allá de los horizontes de nuestro mundo, para aplicarse a las inmensidades propias del espacio.

Nuestro Sol, con los miembros distintos de su grupo, dista mucho de ser lo que forjó la imaginación humana a impulsos de la vanidad. Objeto adorado y temido en lejanas épocas como símbolo de la fuerza máxima y del supremo poder del universo, ha ido perdiendo lenta pero definitivamente ese auge que tan sin fundamento se le atribuía. Ahora sabemos que corresponde a un sistema local de estrellas dentro del sistema galáctico; conjunto de astros que ha adquirido ya un gran desarrollo, y se presenta en el espacio como gigantesca lente cuyo diámetro mayor es de unos 100,000 años-luz. El Sol se encuentra a unos 25,000 o quizás 30,000 años-luz del centro del sistema, algo hacia el Norte del plano ecuatorial. Este conjunto que para nosotros reviste dimensiones fantásticas, comprende: estrellas de todas clases, grupos de estrellas, nubes de estrellas, nubes gaseosas, polvo cósmico; todo ello con una notable concentración hacia el centro del sistema general. Una gran parte de las estrellas son objetos solitarios; otras se presentan como estrellas dobles, triples, cuádruples y aún de mayor número de componentes. Sólo nuestro Sol, aparentemente por lo menos, se separa de los demás, y logra plantear con ese grupo de pequeños astros que lo rodea, uno de los pro-

blemas astronómicos más difíciles de resolver.

El sistema del Sol comprende:

Nueve planetas conocidos	<ul style="list-style-type: none"> Mercurio Venus La Tierra Marte ----- Júpiter Saturno Urano Neptuno Plutón
Veintiseis satélites conocidos	<ul style="list-style-type: none"> Mercurio Venus Uno..... La Tierra Dos..... Marte Nueve..... Júpiter (1) Nueve..... Saturno Cuatro..... Urano Uno..... Neptuno Plutón
Planetoides conocidos	<p>Constituyen un numeroso grupo de pequeños cuerpos comprendidos entre el grupo de planetas menores y el de los planetas mayores.</p> <p>El número conocido y con órbitas calculadas hasta el año 1936 es de 1380, según el Astronomisches Rechen Institut de Berlín. Ceres, el mayor, tiene un diámetro de menos de 800 km.</p>
"Chondrolites"	<p>Cuerpos minúsculos y que existen en profusión. Tienen una peculiar constitución y gran rapidez en sus movimientos en direcciones heterogéneas. Se volatilizan al entrar en nuestra atmósfera.</p>
Cometas	<p>Se calcula que por lo menos mil cometas llegan cada siglo a la vecindad del Sol, aunque no sean visibles desde la Tierra.</p>
Meteoros	<p>Se calcula un total diario de varios millones. Hay una gran diferencia entre las velocidades de los meteoros de enjambres y las de los meteoros esporádicos.</p> <p>Se llaman meteoritos aquellos que llegan a la corteza terrestre.</p>

(1) El Dr. Jeffers ha descubierto el que se considera el décimo recientemente.

Chamberlin ha clasificado a todos estos objetos como pertenecientes a dos familias o grupos; las dos familias solares como él las llama. A la primera pertenecen: los planetas, los satélites y los planetoides. La segunda comprende: los "chondrulites", los cometas y los meteoritos.

Para el autor citado, estos dos grupos son afines por su origen, en cuanto a la participación del Sol se refiere; pero se separan tan pronto se considere al otro agente que determinó en nuestro Sol las distintas y violentas reacciones, que dieron lugar al nacimiento de nuestro sistema.

Distintas teorías han surgido a través del tiempo con el objeto de explicar el proceso mediante el cual se formó el sistema del Sol; podemos decir ahora que más de cien años dedicados a la investigación de este problema, han servido para poner en evidencia las complicaciones y dificultades que **entraña**.

Un estudio general de las teorías que han pretendido ofrecer la explicación del origen del sistema solar, nos permite clasificarlas en dos grandes grupos. Al primero corresponden las teorías que pudiéramos llamar de evolución y comprende:

La hipótesis nebular de Laplace — 1796.

La hipótesis de Nölke — 1930.

La teoría de Berlage — 1932.

Al segundo grupo pertenecen las teorías que se basan en el encuentro de dos objetos en el espacio. Allí hallaremos:

La hipótesis planetesimal de Chamberlin y Moulton — 1900.

La teoría de las mareas de Jeans y Jeffreys — 1917; 1924-5.

La teoría del choque de Bickerton; que él llamó después del "whirling coalescence" — 1876.

La teoría de Lyttleton — 1936.

La hipótesis más antigua que merece mención ahora, fué sugerida por Swedenborg y expuesta por Kant. Más tarde el gran matemático Laplace le dió su admirable exposición científica. En forma tan sugestiva presentó

él la hipótesis nebular, que transcurrieron casi cien años antes de que un detenido estudio matemático, quebrantara la fe tanto tiempo depositada en esta explicación del nacimiento de nuestro sistema. Es bien conocida esa teoría: una nebulosa en rotación que se contraía, a medida que disminuía su período de rotación, aumentaba la fuerza centrífuga en el Ecuador; entonces se desprendía un anillo de materia que se condensaba en un planeta; y así sucesivamente hasta que surgieron todos los planetas, moviéndose en la misma dirección, con órbitas casi circulares. La repetición del proceso en una escala mucho menor, daría lugar al nacimiento de los satélites. La teoría es muy interesante, pero se ha demostrado que un anillo como el indicado no podría condensarse en un cuerpo único; según el análisis dinámico de Maxwell, en vez de ese objeto único, existiría un grupo de pequeños cuerpos con órbitas muy semejantes. Pero existe otra dificultad más grave que la anterior, y la causa fundamental de que se abandonara la hipótesis tanto tiempo sustentada. Nos referimos al momento angular (1) del sistema. Se da el caso notabilísimo de que un 98% del momento angular del sistema reside en las órbitas que describen los planetas; al Sol por tanto le corresponde un 2%. Sólo un proceso extraordinario podía concentrar un 98% del momento angular de un sistema, en menos de $\frac{1}{700}$ de la masa total. Esta distribución sorprendente fué señalada por Fouché en 1884; y los trabajos matemáticos de Moulton demostraron que el caso era dinámicamente imposible, siempre que no interviniera un agente exterior.

Además de este punto fundamental del problema, existe la dificultad a la cual se refiere Jeans en términos precisos y claros al decir: "las moléculas que forman el Sol se han condensado en una estrella debido a su gran número; las moléculas en un cuarto no se condensan para

(1) Pudiera llamarse también *cantidad de rotación* de un sistema. Para hallarlo se toma la masa de una partícula cualquiera, se multiplica por su distancia de un eje que debe pasar por el centro de gravedad del sistema, y después se multiplica por la velocidad en el sentido de la rotación alrededor del eje. La importancia del momento angular fué señalada por Babinet en el 1861; pero fué Fouché el que llamó la atención acerca de su distribución. Moulton después aplicó el cálculo matemático al problema de una manera más rigurosa y completa.

formar algo porque son muy pocas. Así, del mismo modo, las moléculas dejadas atrás por el achicamiento de un sol (suponiendo por un momento que girara con velocidad suficiente para dejar moléculas atrás) no se condensarían, porque en cualquier momento habría muy pocas disponibles para esa condensación. El proceso imaginado por Laplace explica el nacimiento de soles en las nebulosas; no puede explicar la formación de planetas debidos al Sol.

De aquí que comenzaran a surgir las modernas hipótesis para explicar el origen de la familia solar.

La llamada hipótesis planetesimal surgió seis años después de haber sido rechazada la hipótesis nebular de Laplace, y se debió a trabajos de investigación que conjuntamente realizaron Chamberlin, geólogo notable, y Moulton, astrónomo y matemático que figuraba ya como uno de los primeros en el campo propio de esas actividades mentales. La hipótesis se basa en el encuentro de nuestro Sol con otra estrella. De las profundidades del espacio surge un astro cuya trayectoria lo hace cruzar lo suficientemente cerca del Sol para producir en éste grandes erupciones de materia. Chamberlin atribuía este lanzamiento de materia a la combinación de la atracción hacia afuera, a la expansión de los gases calientes comprimidos, y a una fuerza propulsora. Según dicho investigador, el Sol tenía dos zonas intensamente eruptivas, de unos 25° a cada lado del Ecuador; y suponía que al pasar la estrella sobre cada zona tuvieron lugar esos disparos dobles, uno hacia la estrella, y otra en la dirección opuesta. Los que se dirigieron hacia la estrella, formaron los planetas exteriores; los otros dieron lugar a los planetas interiores. La materia lanzada al espacio debió enfriarse con rapidez. En ese medio, por condensación, dicen los autores de la teoría, se formaron innumerables cuerpos pequeños, los llamados "planetesimales", los cuales debieron solidificarse rápidamente. Una gran parte de estos pequeños cuerpos se escaparían solos, es decir, separados unos de otros, a seguir sus órbitas alrededor del Sol; otros se reunirían en grupos, y formarían así los núcleos de los planetas que irían recogiendo los planetesimales aislados, extendidos como en un disco de pequeñas masas separadas, girando en torno

al Sol. Y así, irían aumentando en tamaño y masa los núcleos indicados, hasta adquirir las dimensiones bien conocidas de los planetas; formados pues, según esta teoría por la lenta aglomeración de los planetesimales. Los satélites a su vez surgirían como núcleos secundarios debido a la influencia del Sol sobre los planetas.

Esta teoría muy interesante sin duda, no podía, sin embargo, satisfacer ciertas dificultades fundamentales. Así, por ejemplo, al formularse la hipótesis, se podía hablar de "fuerzas propulsoras" que ayudaban a lanzar la materia solar; pero hoy se sabe que la llamada influencia activa del Sol, es la presión de radiación, y que hay que descartar la participación principal de dichas fuerzas, pues toda esa extensión de radiación solar sólo podría levantar materia suficiente para formar un pequeño asteroide con un diámetro de unos 15 Km. La hipótesis planetesimal no podía ofrecer tampoco una explicación satisfactoria de la rotación de los planetas, ni de las órbitas de sus satélites.

A la hipótesis planetesimal debe su existencia la teoría de las mareas, que parte también del acercamiento de dos estrellas, el Sol y la viajera que le dejó tan perdurable recuerdo de su visita. Fué necesario por supuesto que la estrella llegara a una distancia igual a unos pocos diámetros del Sol; de no haber sido así, el resultado de su aproximación al astro principal de nuestro sistema, no pasaría de ser una mera influencia perturbadora en la superficie solar, y las mareas que levantara desaparecerían una vez alejado el astro que las había producido; persistiendo quizás una oscilación en la forma del Sol, que aparecería como una estrella ligeramente variable hasta que dichas pulsaciones desaparecieran por fricción. Pero el caso sería muy distinto si se aproximara más al Sol la estrella que lo visitaba; y este es el caso en el cual se basan precisamente, Chamberlin y Moulton en su teoría planetesimal, y Jeans y Jeffreys en la teoría de las mareas. Debemos aclarar aquí, que en una posterior exposición de su teoría, Jeffreys habla de un encuentro parcial si se quiere, pero encuentro al fin, entre los dos astros.

Se sabe que una gran parte de las estrellas pueden recorrer la larga jornada de su existencia como solitarios

viajeros del espacio, sin otra relación con el medio exterior que ese constante desprendimiento de energía estelar. Si la rotación de cada astro no va más allá del límite que indica su propia seguridad, podrá continuar el curso de su lenta evolución surcando las regiones estelares en su habitual soledad, pero sin reservas con respecto a su vida, ya que va ofreciendo en sus constantes mensajes de luz, su historia propia, lanzando al espacio a través de las edades medidas astronómicamente, los detalles más íntimos de su vida, en esa clave especial que llamamos el espectro de las estrellas.

Según Jeans, era el Sol uno de esos astros solitarios, cuando un suceso extraordinario cambió las condiciones de su existencia, dándole la nota de distinción que hasta ese momento le faltaba. Otra estrella llevaba un curso que la acercaba a nuestro Sol, y al llegar a la distancia necesaria levantó, según el astrónomo inglés, una "marea" como una montaña de miles de kilómetros de altura en la atmósfera solar. Esta montaña se movía recorriendo la superficie del Sol, manteniéndose siempre debajo del astro que lo había causado. En un punto opuesto en la misma superficie solar se levantaba otra montaña, pero mucho más pequeña. Cuando la estrella llegó a su menor distancia del Sol, su atracción pudo más que la gravedad solar, por lo que la parte superior de esa montaña atmosférica se precipitó hacia el nuevo astro, siguiéndole toda una corriente del mismo Sol. Al alejarse la estrella, quedó ese filamento alargándose entre los dos astros; y allí se formaron, según Jeans, los planetas de nuestro sistema, correspondiendo los mayores precisamente a la parte que por estar más próxima al astro perturbador, había recibido mayor cantidad de materia solar. Al principio esos planetas describieron órbitas muy complicadas, pues estarían bajo la influencia de las dos estrellas; pero por fin la mayor se alejó, perdiéndose entre las celestes multitudes. Como recuerdo sólo dejó el plano en que se mueven los planetas y que según esta teoría, debió ser el suyo propio. Más tarde, y mientras los planetas iban describiendo sus órbitas irregulares, se acercaron demasiado al Sol, y éste desempeñó entonces el mismo papel que la estrella en el caso que se acaba de considerar.

Jeans hace resaltar como una investigación matemática demuestra que mientras más líquido sea un planeta, menos susceptible se presenta de ser fragmentado por el Sol; y en el caso de que eso ocurriera, los pesos del cuerpo primario y los de sus satélites tenderían a ser semejantes; lo que no sucede con los planetas gaseosos. Júpiter y Saturno, los grandes planetas centrales del filamento indicado, debieron permanecer en estado gaseoso por un tiempo mucho mayor que los planetas pequeños, y así dice el autor de esta teoría. Júpiter y Saturno tienen nueve satélites, y los otros de acuerdo con las condiciones que debieron prevalecer en la época que se considera, un número menor que corresponde bien con la hipótesis que él sustenta.

Tanto en la hipótesis planetesimal como en la teoría de las mareas, el momento angular se explica mediante un agente exterior, cumpliéndose así lo que se ha señalado como un requisito moderno. Las dos teorías pretenden ofrecer también una satisfactoria explicación para los cometas, lo que no sucedía con la hipótesis de Laplace. Pero quedan sin solución problemas tan fundamentales como la rotación de los planetas, y las órbitas de sus satélites. Para sacar los planetas del Sol y darles los movimientos orbitales que ahora tienen, como ha demostrado Russell, la estrella que pasó les hubiera tenido que imponer un momento angular por tonelada, mucho mayor que el que ella poseía. El escollo dinámico fundamental pudiéramos formularlo de esta manera: hallar el proceso mediante el cual el momento angular de muchas toneladas de la masa de la estrella pudo concentrarse en una sola tonelada del material lanzado al espacio.

Nölke señala otra grave dificultad a estas teorías, al referirse a la modificación de las órbitas de los cometas debido a la resistencia del medio. Para poder mediante este proceso reducir la excentricidad de un planeta a la mitad de su valor original, tendría que recoger material suficiente para doblar su masa. Y esto no ha sucedido con la Tierra, por ejemplo; ya que se ha afirmado que desde que la Tierra adquirió su atmósfera ha podido recoger menos de una diez milésima parte de su masa de ese medio hipotético; lo cual no podría obligarle a modificar su órbita de modo apreciable.

A estas graves dificultades de carácter dinámico se unen otras de orden físico. Investigaciones realizadas por Eddington y por Norris Russell, permiten suponer que la temperatura del material estelar antes de ser lanzado al espacio debió ser de varios centenares de miles de grados C; conservaría una temperatura semejante si su expulsión del Sol se debió a la acción de las "mareas"; pero si la causa fué la aproximación más o menos considerable de otra estrella, entonces tendría que subir muchísimo, hasta llegar a millones de grados C. Y a semejante temperatura el material lanzado al espacio, aunque disminuyera en seguida por radiación y además por la expansión rapidísima en todas direcciones, no se comprende cómo podría permitir las condensaciones necesarias para formar los planetas. Cuando por fin alcanzara la temperatura conveniente, la expansión del material estelar habría producido una densidad tan baja, que las condensaciones sólo serían posible en masas grandes como las de Júpiter y Saturno; las de menor tamaño no podrían de ningún modo condensarse en un cuerpo único.

Deseando salvar algunas dificultades, entre las cuales no estaban naturalmente las que acabamos de mencionar de carácter físico, Jeffreys, en una posterior exposición de su teoría, consideraba el caso de un encuentro de la estrella indicada con nuestro Sol. No era esto por cierto un concepto nuevo; ya Buffon había pensado en la posibilidad de un encuentro del Sol con otro objeto, con un cometa por ejemplo. Andando el tiempo, Bickerton en Nueva Zelandia, formuló su teoría del encuentro o choque, allá por el año 1876, cuando aun no se había descartado la hipótesis nebular de Laplace. Le sirvió en un principio a su autor para explicarse la nova magnífica que apareció en la constelación del Cisne en esa época. Echando a un lado todas las teorías imposibles o absurdas propuestas para explicar ese nuevo astro, exponente extraordinario de un suceso estupendo en el espacio, pensó entonces en el encuentro de dos astros; ese choque descomunal sí podría dar lugar a la conflagración celeste que vista desde la Tierra presentaba el aspecto de una estrella brillante, inestable y nueva. Bickerton fué el primero que buscó en el verdadero choque de dos astros, la

explicación del origen de la familia del Sol; y su teoría del "whirling coalescence" es cuando menos una muy interesante, que no puede pasar desapercibida en la consideración general de las modernas teorías acerca de la formación de nuestro sistema. Lo cierto es que con excepción de la rotación de los planetas, que se explicaban mejor con la teoría de Bickerton, los otros problemas permanecían tan difíciles de resolver como en los casos anteriores.

Por todo lo ya expuesto se ha podido apreciar la tendencia bien marcada en nuestros tiempos a buscar en el encuentro de objetos celestes la solución del problema tanto tiempo discutido. Pero no hay que olvidar un punto esencialísimo, y es que los encuentros o choques son muy raros en el espacio. Un cálculo basado en la distribución de los astros y en sus movimientos, ha pretendido demostrar que sólo una vez en unos quinientos mil millones de años, debiera ocurrir un encuentro de estrellas en las condiciones favorables para producir un grupo como el nuestro. De aquí que los astrónomos se vieran obligados a considerar la familia del Sol como algo excepcional en el espacio, un fenómeno raro dentro de la general evolución.

Debido a las condiciones señaladas, natural era que surgieran en esta época, teorías que tuvieran distinto punto de partida.

El Dr. P. Berlage, del Observatorio Meteorológico en Batavia, ha presentado una nueva hipótesis nebular según la cual los planetas tuvieron su origen en una nebulosa que rodeaba al Sol en forma de un disco achatado; y tanto las densidades de los planetas como sus distancias del Sol corresponden bastante bien con las calculadas en esta hipótesis. Los planetoides los explica Berlage suponiendo que correspondan a una zona muy turbulenta en el disco gaseoso. Si la teoría fuera cierta, debiera existir otra zona menor de turbulencia con otro grupo de planetoides. Y se ha pretendido considerar a Plutón como el primer planetoide descubierto de ese grupo.

Con anterioridad, en el año 1930, el propio Nölke presentaba otra modificación de la hipótesis nebular. Según el astrónomo citado, el Sol y los planetas se formaron casi al mismo tiempo en un filamento de nebulosa

que presentaba una condensación mayor y muchas pequeñas condensaciones. Dice Nölke que la presión de radiación fué superior a la gravitación en un principio, pero que luego disminuyó considerablemente. Según el autor de esta teoría, algunos satélites como por ejemplo los más distantes de Júpiter y Saturno fueron capturados por los planetas al penetrar esos objetos en los campos donde los planetas ejercían su poderosa influencia.

George W. Gray, en su reciente e interesantísima obra "New World Picture", habla de las llamadas estrellas nuevas como posible fuente de planetas y de todos los otros cuerpos que integran el sistema solar. Esas explosiones gigantescas de estrellas, no constituyen un fenómeno raro, más bien pudiera decirse que con relativa frecuencia brilla de una manera intensa y nueva una estrella en el espacio (1). Se le ha calculado una velocidad de 3,200 Km. por segundo a esos gases lanzados del astro con tan estupenda violencia, y se han fotografiado esos fragmentos desprendidos de la estrella, alejándose con velocidades distintas. Se ha pensado que pudieran formarse luego en ese material gaseoso las condensaciones convenientes para dar lugar a los planetas y a sus satélites.

De ser eso cierto, entonces sí cambiaría el cuadro. Ya el Sol ni siquiera se distinguiría por ese grupo de astros que lo rodea. Innumerables estrellas formarían parte de grupos semejantes; y en el espacio abundarían los planetas.

Como se ve, pues, las teorías que se basan en un encuentro de dos cuerpos celestes, sólo habían logrado debilitar sus significación en los actuales momentos, al no poder resolver puntos fundamentales del problema que consideraban. Y ya cuando parecía que corrían el riesgo de ser relegadas a un plano de histórica consideración, presenta un astrónomo inglés una teoría que envuelve una modificación fundamental del punto de partida de las

(1) Una nova es una estrella en explosión. Ningún astrónomo ha podido decir por qué tiene lugar este fenómeno estupendo. Cuando más se puede afirmar que la existencia de las estrellas es muy precaria por su equilibrio inestable. En ese estado, pequeñas perturbaciones pueden producir poderosas corrientes de energía que intensificándose cada vez más, acaben por expulsar su atmósfera exterior.

anteriores, pero de significación tan positiva, que ha puesto en primer término otra vez, el encuentro de las estrellas como origen de la familia del Sol.

Lyttleton parte del principio de que el Sol era una estrella doble, y el choque indicado lo sufrió su compañera. La idea en sí no es original del joven astrónomo, pues ya la había expuesto Norris Russell con anterioridad. Lyttleton presenta una solución admirable para algunas dificultades básicas; mediante un razonamiento preciso y adecuado quiere demostrar cómo la estrella que chocó, según él, con la compañera del Sol, le comunicó una velocidad tal que se escapó describiendo una órbita hiperbólica; pudiendo ella a su vez librarse de la poderosa atracción del Sol. Entre las dos estrellas que chocaron se extendió al separarse aquéllas, un filamento de materia estelar. Si como supone Lyttleton, siguieron direcciones distintas, cada estrella debió llevarse la parte del filamento más próximo a ella, pero la parte central quedaría con un movimiento más lento con relación al Sol, sin poder sustraerse a su fuerza de atracción. Después se formarían en dicho filamento los planetas que describirían sus órbitas alrededor del Sol, y que se extenderían hasta una distancia igual o mayor que la señalada por el choque. Algunas partes del filamento tendrían un momento angular mucho mayor que otras, y lo mismo sucedería con los planetas que surgieran en los lugares correspondientes. He aquí pues, resuelto uno de los más graves puntos del sistema solar. Pero la teoría de Lyttleton hace más, ofrece una aceptable explicación del origen de los satélites. Las órbitas de los planetas pasarían todas por el mismo lugar del choque en el espacio o por lo menos se le acercarían, y por tanto, los planetas se aproximarían entre sí lo suficientemente para modificar sus órbitas y aún para chocar algunas veces; en estos casos se formarían los satélites de esos cuerpos.

No obstante los favorables resultados de la teoría de Lyttleton, el problema subsiste. Ahora se nota una marcada tendencia a seguir una dirección completamente nueva, un derrotero no soñado hasta este momento. Así, en efecto, los astrónomos pretenden remontar ese origen

tan discutido del sistema del Sol, a una lejana época de la vida estelar; y quieren además estrechar los lazos de unión entre nuestro grupo y el sistema general de estrellas; de acuerdo todo esto con los datos semejantes que ofrecen: la edad de la Tierra, según el proceso de radioactividad; la edad de los meteoritos, tanto los de nuestro sistema como los exteriores; y también, la dada por la desviación hacia el rojo de la luz de las nebulosas espirales. Estos datos se refieren a una fecha fundamental en la historia del Universo, en la cual se supone que tuvo lugar un suceso excepcional. Si la antigüedad concede prestigio, el sistema nuestro se ha puesto en un momento al lado de los astros de mayor abolengo histórico; y es que estrellas, planetas, satélites, todos tendrían el mismo tiempo de existencia. Y lo que es más, el Sol no sería ya sino un hermano de los astros que lo rodean, al cual por ser más fuerte y poderoso, seguirían en una relación de dependencia directa y forzosa. Basándose pues, en las propiedades de la materia, se habría impulsado la cosmogonía.

**SOBRE LAS TEORÍAS QUE SE EXPONEN PARA
EXPLICAR LA FORMACIÓN DE LAS TORMENTAS
CICLÓNICAS EXTRA-TROPICALES**

OSCAR RIVERY ORTIZ,
SUB-DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL

Las tormentas ciclónicas que se originan en la Zona Templada, reciben el nombre de *ciclones extra-tropicales*, y para explicar su génesis han sido formuladas diversas teorías que nos proponemos exponer en este artículo, la mayor parte de las cuales lo han sido en el presente siglo, gracias al aporte magnífico que a la ciencia meteorológica ha traído el empleo de los globos sondas.

Antes de exponer esas teorías, que es el objetivo principal de este trabajo, creemos conveniente señalar que estas tormentas han sido clasificadas, de acuerdo con su duración, en *permanentes* y *migratorias*; de acuerdo con la época de su formación, en *tormentas ciclónicas de Verano* y *de Invierno*, y en los Estados Unidos, de acuerdo con los lugares en que hacen su aparición, en tipos *Alberta*, *Norte del Pacífico*, *Sur del Pacífico*, *Rocosas del Norte*, *Colorado*, *Texas*, *Este del Golfo*, *Sur del Atlántico* y *Centrales*. A estas últimas, por la importancia que tienen en el estudio del mapa meteorológico diario—dada la influencia que ejercen sobre el estado del tiempo en Cuba—, les prestaremos más atención oportunamente.

El Profesor W. J. Humphreys, Físico-Meteorologista del Weather Bureau, cuyas distintas obras científicas y copiosa colaboración en el "Monthly Weather Review" son bien conocidas de cuantos se dedican a estos estudios, clasifica a los ciclones extra-tropicales en *termales*, de *insolación* y *mecánicos*. Los termales a su vez los divide en dos grupos, a saber: los que deben su formación a las temperaturas relativamente altas de las aguas del mar, y los que se originan por la presencia de masas de aire caluroso en las montañas, como el foehn de los Alpes.

Según esta división, pertenecen al tipo termal todas las áreas ciclónicas semi-permanentes, como las bajas de las Aleutinas—incluyendo el Golfo de Alaska—; la del área situada entre Groenlandia e Islandia; las de los Mares Noruego y de Okhost; la del Golfo de Lyon, etc. Como en todas estas regiones las aguas tienen temperaturas más elevadas que las tierras firmes que les rodean, la circulación del viento inducida por la diferencia de temperaturas, afecta la forma ciclónica bajo la influencia de la rotación terrestre, y entre todas ellas, por su persistencia, merece citarse el área de bajas Groenlandia-Islandia, en la que la temperatura relativamente elevada de las aguas se mantiene en las capas de aire situadas por encima de ellas, siendo más alta, nivel por nivel, que las temperaturas de las capas que están situadas en los casquetes permanentes de hielo de dichas islas, lo que da lugar al mantenimiento de una corriente de aire desde las regiones frías a las aguas termales durante todo el año, aunque más acentuada en el Invierno, por ser entonces más pronunciado el gradiente térmico.

No sucede lo mismo con la baja de las Aleutinas, que se reproduce cada Invierno, en cuya estación es que se cubren de hielo las tierras adyacentes de Siberia y Alaska; mientras que en el Verano, al producirse el deshielo, se calientan más las tierras que las aguas, invirtiéndose las condiciones y estableciéndose los vientos desde el mar hacia la costa.

En la ladera oriental de las Rocosas, tanto en los Estados Unidos como en Canadá, pero principalmente en Colorado, Wyoming y Montana, se crean áreas de baja presión acompañadas de vientos secos y calientes, que ofrecen las mismas características que el foehn de los Alpes, y que como en el caso de este último, provocan la formación de bajas secundarias. Como las masas de aire que cruzan las montañas se enfrían con mucha lentitud debido a la presencia del calor latente liberado en el proceso de la condensación en el lado occidental de las Rocosas, llegan a la vertiente oriental secos y calientes, donde establecen un gradiente térmico pronunciado con relación a las áreas más frías donde penetran aquéllas, y al cesar la corriente de aire caliente procedente de la ladera occidental, se establece la convección en el espacio

que cubre la masa caliente, iniciándose de este modo la baja secundaria.

Así como los golfos y las masas de agua más extensas rodeadas por tierras más frías son el asiento de áreas de baja presión, las penínsulas rodeadas por masas de agua relativamente más frías son el asiento de áreas de baja, propicias para la formación de tormentas ciclónicas, pudiéndose decir, por tanto, que cualquier área relativamente grande, calentada por insolación, tiende al establecimiento de un sistema de vientos ciclónicos, tal como sucede en la península Ibérica y en la de Alaska durante el Verano. Muchas veces estas zonas, donde la irradiación es pronunciada, son cruzadas por depresiones débiles, que al encontrar en ellas condiciones propicias, adquieren verdadera intensidad.

Las áreas de bajas presiones que clasifica el Profesor Humphreys como *mecánicas*, son subdivididas en permanentes y migratorias. Las primeras son tres, a saber:

a) El área de bajas presiones ecuatoriales, que se extiende aproximadamente a lo largo del ecuador, y debida en parte a la insolación y en parte a las deflecciones que hacia la derecha y hacia la izquierda en el hemisferio Norte y en el hemisferio Sur, respectivamente, sufren los vientos que corren hacia el Oeste.

b) La baja Antártica, extendida entre los paralelos 60° y 70° Sur, en la que la presión tiene un valor anual medio de 740 milímetros, y que se mantiene por la presión que ejercen en su lado septentrional los vientos duros del Oeste característicos del hemisferio Sur, y por la presión que en la parte meridional ejerce la componente Este-Oeste de los vientos enérgicos del SE. que prevalecen en Antártica, y, finalmente

c) La faja Artica, que se caracteriza por su irregularidad.

Las bajas mecánicas migratorias son las que constituyen en realidad los ciclones extra-tropicales, que pueden tener su origen en desprendimientos de las áreas de bajas semipermanentes, o inducidos por ellas o por las bajas de insolación, o por cualquiera de las causas que tratan de explicar las diversas teorías que pasamos a exponer.

Hasta principios del siglo actual tan sólo se consideraban dos teorías para explicar la formación de estos ciclones: la *teoría térmica* de Espy que expusimos en el número anterior de este *Boletín* y que fuera apoyada por Mohn y Hildebrandsson, y la *teoría mecánica* formulada por Faye y modificada posteriormente por distintos meteorologistas.

La primera de estas teorías, cuya aplicación resulta tan lógica a la formación de los ciclones tropicales, que como sabemos se originan en las zonas de calmas tropicales, donde la temperatura es elevada y la humedad abundante, no es aplicable a sus similares de la zona templada, de los que difieren, entre otros aspectos, de los siguientes que se consideran principales:

a) Que son más frecuentes durante los meses de Invierno que en el Verano.

b) Que frecuentemente van acompañados de una precipitación muy limitada, y aún a veces sin precipitación alguna, y

c) Que los records de los globos sondas han demostrado que la temperatura de la tropósfera en los ciclones extra-tropicales en algunas regiones, tales como Inglaterra y el continente Europeo, es más baja que la de los anticiclones.

Debemos señalar, sin embargo, que las tormentas ciclónicas extra-tropicales que se originan en el golfo de Génova ofrecen la particularidad de hacerlo en períodos de calma, cuando el aire está caliente y húmedo, por cuya razón les es aplicable la teoría térmica de Espy.

El astrónomo francés H. Faye, en un estudio sobre la constitución física del Sol, publicado en el "Annuaire du Bureau des Longitudes" en 1873, formuló su *teoría mecánica* en la que sostenía que las tempestades se originan en las capas superiores de la atmósfera, comparándolas con los remolinos que se engendran en el agua en aquellos puntos donde se reúnen dos corrientes de distintas velocidades que se mueven una junto a otra, y cuyas moléculas describen de arriba a abajo las espiras de una hélice ligeramente cónica, alrededor de un eje vertical o algo inclinado, formando de este modo un remolino descendente. Las corrientes aéreas, según esta teoría serían, en

la atmósfera, las productoras de los movimientos ciclónicos.

Las objeciones que se le hicieran a esta teoría por autoridades tales como Weyher, Colladon, Pictet, Schwedoff, Lasne y otros, dieron lugar a que Fayé publicara en 1897 su "Nouvelle Étude Sur Les Tempêtes, Cyclones, Trombes ou Tornados", y a que el conocido meteorologista francés Alfred Angot en su "Traité Elementaire de Météorologie" modificara la teoría mecánica diciendo:

Se sabe por la observación de las nubes y las ascenciones aerostáticas, que en la atmósfera existen a menudo capas de aire próximas, superpuestas o contiguas, en las cuales el movimiento, la temperatura o la humedad pueden ser muy diferentes, de manera que exista una verdadera discontinuidad en el paso de una capa a otra. Según las condiciones, las mezclas que se producen en la región en que las capas rozan unas con otras, podrán pertenecer a un estado más o menos permanente. Por ejemplo, la inestabilidad es evidente si una capa seca y fría se encuentra colocada por encima de otra capa húmeda y caliente.

Cuando las dos capas yuxtapuestas se presentan en condiciones de estabilidad, el roce determina entre ellas la formación de grandes ondas atmosféricas—que cierta forma de nube pone en evidencia—y si la mezcla no hace progresos sensibles, las dos capas permanecen separadas. Si, por el contrario, se encuentran en condiciones de inestabilidad, la mezcla, una vez iniciada en un punto, continúa por sí misma y se propaga progresivamente, a veces con violencia, y en estas condiciones los movimientos ascendentes podrán originarse con baja barométrica y condensación rápida del vapor de agua.

Si las condiciones generales dan lugar a que la inestabilidad se reproduzca, la baja barométrica se acentuará, y bajo la acción de la rotación terrestre se producirá alrededor de este mínimo barométrico un movimiento ciclónico característico de toda depresión, cualquiera que sea su causa, con vientos convergentes en la parte baja, y ascendentes en la región central.

Entre las distintas teorías que en los últimos años se han expuesto para explicar el origen, estructura y desarrollo de las tormentas ciclónicas extra-tropicales, prevalecen hoy en día la *teoría ondulatoria* de la escuela noruega; la *teoría de la caída*, de la escuela austriaca, y la *teoría vortical*, mantenida por los meteorologistas japoneses y los ingleses.

El meteorologista noruego Víctor Bjerknes, analizando el fenómeno de los ciclones asociados a las temperaturas, las lluvias y la distribución de las presiones, puso en evidencia ciertos detalles que hasta entonces no se habían tenido en cuenta, principalmente la presencia de líneas de discontinuidad que se encontraban en el centro del ciclón, dividiéndolo en dos porciones desiguales. Debemos señalar, sin embargo, que la teoría general de las

discontinuidades atmosféricas había sido expuesta ya por Helmholtz en 1888 en sus memorias a la Akad. der Wissenschaften, formulando las relaciones entre la inclinación de las superficies, los gradientes de temperaturas y la diferencia de velocidades del viento en una y otra parte de esas superficies; estudiando las luchas establecidas entre las capas contiguas, y localizándolas cerca de la superficie y en las capas superiores.

Estos estudios de Helmholtz no merecieron la atención de los meteorologistas hasta muchos años después, es decir, cuando fueron analizadas por el Profesor Bjerknes, y dieran lugar a que éste, posteriormente, formulara la teoría a que nos estamos refiriendo.

Tanto la observación como la teoría confirman que dos corrientes dotadas de velocidades y direcciones diferentes exigen, para la estabilidad de la superficie de discontinuidad que las separa, que la corriente menos densa se coloque por encima de la corriente más densa, y que ésta superficie esté inclinada con respecto a la horizontal bajo un ángulo, que siendo nulo en el Ecuador, aumente proporcionalmente al seno de la latitud. La siguiente fórmula fué enunciada por el Profesor Bjerknes:

$$\tan \theta = - 273 \times \frac{\omega \operatorname{sen} \lambda}{g} \times \frac{u_1 - u_2}{T_2 - T_1}$$

en que θ es el ángulo de inclinación; u_1 y T_1 la velocidad y la temperatura de la corriente más densa; ω la velocidad angular del movimiento de rotación de la tierra; λ la latitud y g la aceleración por gravedad, y cuya fórmula exige que las temperaturas absolutas de las dos corrientes no se aparten mucho de 273° . El ángulo θ , que es muy pequeño, crece con la discontinuidad de la velocidad $u_1 - u_2$, y aumenta cuando la discontinuidad de la temperatura $T_1 - T_2$ aumenta.

Suponiendo que dos corrientes opuestas, una del Este presenta una velocidad de 10 metros por segundo, y otra del Oeste, de la misma velocidad, pero de temperatura más alta, corren una cerca de la otra en latitud 45° , el cálculo demuestra que la superficie de discontinuidad

está inclinada hacia el Sur, y su pendiente será de $1/53$, $1/112$ ó $1/162$, según que la discontinuidad de temperaturas sea igual a 3, 6 ó 9 grados.

Para determinar rápidamente la dirección de la pendiente de una superficie de discontinuidad, Bjerknes ha formulado la regla sencilla que damos a continuación, y que al aplicarse debe suponerse que el observador—situado en el hemisferio Norte—mira en la dirección hacia donde se desplaza la corriente más densa:

1) La superficie de discontinuidad estará inclinada a la derecha

- a) Si las dos corrientes tienen la misma dirección.
- b) Si la corriente menos densa es la más rápida.

2) La superficie de discontinuidad estará inclinada a la izquierda

- c) Si las dos corrientes tienen direcciones opuestas.
- d) Si la corriente más densa es a la vez la más rápida.

3) Las mismas reglas son aplicables al hemisferio Sur con sólo cambiar las palabras “izquierda” por “derecha”, y “derecha” por “izquierda”, en cada caso.

Cuando las superficies de discontinuidad se extienden hasta el terreno reciben el nombre de *frentes*, y debido a que ellas no mantienen una posición fija, los frentes se desplazan provocando cambios de temperaturas y humedad y también en la dirección y velocidad del viento, mediante cierta transición en la que se alteran con más o menos rapidez las propiedades físicas y mecánicas del aire.

En las latitudes medias los frentes se desplazan de Oeste a Este, siendo distinta la sucesión de fenómenos que les acompañan, según que la corriente caliente preceda o suceda a la corriente fría. En el primer caso la superficie de discontinuidad recibe el nombre de *frente caliente*, y en el segundo el de *frente frío*.

Vamos a suponer con auxilio de la Figura No. 1 que una masa de aire frío, afectando la forma de un cono agudo, reposa en el terreno y se mueve de Oeste a Este

seguida por una masa de aire caliente y húmedo que se mueve en la misma dirección, aunque con una velocidad mayor. Siendo el aire caliente menos denso que el frío, se colocará por encima de este último, a lo largo de la superficie de discontinuidad representada por la línea gruesa, y a medida que se eleve irá condensando su vapor de agua por expansión y enfriamiento, proceso éste que supondremos tiene lugar desde el punto A', donde será más abundante, y dando lugar a la formación de nimbus y a la consiguiente precipitación, que supondremos tiene lugar hasta el punto marcado B', a partir del cual la

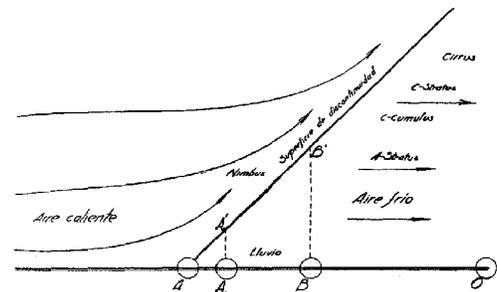


Figura 1

M. Rodríguez.

masa de aire se habrá despojado de la mayor parte de su vapor acuoso, y desde cuyo lugar se irán formando nubes cada vez menos densas, es decir, Alto-Stratus, Cirro-Cúmulus, Cirro-Stratus y Cirrus.

Como todo el sistema está animado de un movimiento de traslación de Oeste a Este, un observador situado en O verá pasar las diversas nubes por su cénit en orden opuesto al que hemos citado, es decir, primero los cirrus y a continuación los cirro-stratus, cirro-cúmulus, alto-stratus y nimbus, y, cuando el punto A haya llegado a O el cielo se habrá despejado, al mismo tiempo que su termómetro registrará un aumento de temperatura.

Supongamos del mismo modo, con auxilio de la Figura No. 2, que una masa de aire caliente reposa sobre el terreno, moviéndose también de Oeste a Este, y que es alcanzada en el punto C por una masa de aire frío que se mueve en la misma dirección con velocidad mayor. Este aire frío se acunará por debajo de la masa de aire caliente, por densidad, forzando la elevación de este último: la mezcla de ambas masas provocará la condensación, la formación de nimbus y la consecuente precipitación.

Como el aire frío ha de avanzar en forma de cono, con su vértice descansando sobre el terreno, la clase de nubes

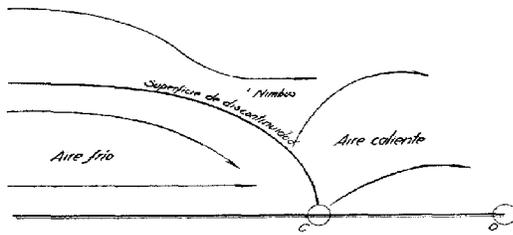


Figura 2

M. Rodríguez.

que el observador verá desfilar por su cénit dependerá de la altura que alcance la masa fría, y cuyas nubes, arrastradas por el aire en las capas elevadas, pasarán sobre O y el observador situado en este punto registrará una baja de temperatura que coincidirá con la llegada de los nimbus y la lluvia, y a continuación verá desfilar las demás nubes que citamos en el ejemplo anterior. El paso de estas nubes tendrá lugar en un lapsus de tiempo que corresponderá con la velocidad de traslación que anima a la masa fría.

La Figura No. 3, que tomamos de un trabajo de V. Bjerknes titulado "On the structure of the Atmosphere when the rain is falling", publicado en el "Quarterly Journal of the Meteorological Society" en abril de 1920,

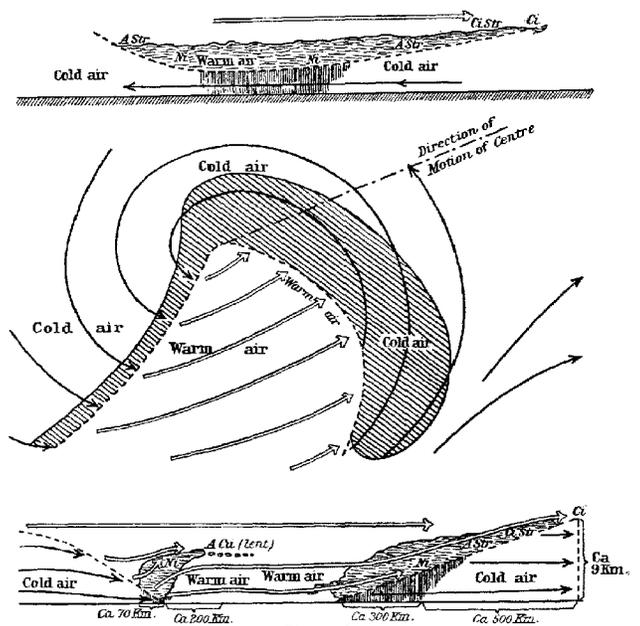


Figura 3

ha sido explicada por el propio Bjerknes del siguiente modo:

"Una depresión está constituida esencialmente por una lengua de aire caliente encerrada dentro de una masa fría, y cuyas dos masas procederán una del NE, de origen polar y por consecuencia seca y fría, y la otra del SW, de origen tropical y por tanto caliente y húmeda. La lengua de aire caliente estará separada del aire frío por una superficie de discontinuidad, donde la intersección con el terreno constituye en la porción oriental un frente caliente, y en la occidental un frente frío. Siendo la velocidad de la corriente caliente superior a la velocidad de la corriente fría, la lengua de aire caliente se desplazará en el sentido de la corriente del SW".

"Al Este del sector caliente el aire ecuatorial se colocará por encima del aire polar, alimentando las lluvias en el frente caliente, y como al mismo tiempo el aire frío viene a atacar al sector caliente por el Oeste, provocará nuevas lluvias como resultado de la ascensión forzada del aire caliente, dando lugar al mismo tiempo a la formación de tormentas eléctricas, características del paso del frente frío".

"Esta sucesión de fenómenos es la que se observa en la trayectoria de la depresión en la parte inferior de la figura. En la región situada al Norte

de su paso, la superficie de discontinuidad no llega a ponerse en contacto con el terreno, siendo distintos los fenómenos—como puede observarse en la porción inferior de la figura—y donde después de registrada la sucesión nubosa precedente a los nimbus, y una rotación del viento en sentido contrario a las manecillas de un reloj, se registran lluvias persistentes, al final de las cuales el viento se fija al Norte, despejándose el cielo.”

En la Figura No. 4, tomada de “Life Cycle of Cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation”

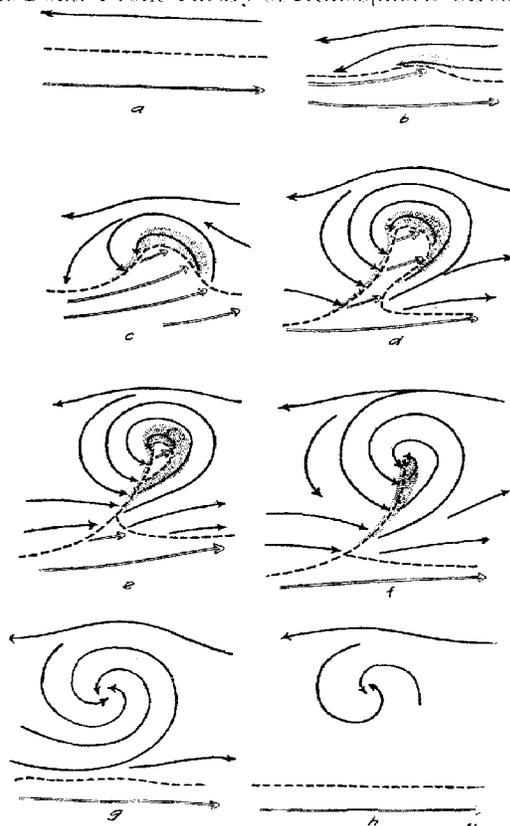


Figura 4

de V. Bjerknes y H. Solberg, se representan esquemáticamente las distintas fases de la evolución de una depresión. En *a*) tenemos dos corrientes opuestas, una fría procedente del Este, y otra caliente procedente del Oeste, separadas ambas por una superficie de discontinuidad. en *b*) la superficie de discontinuidad aparece curvada, con su concavidad hacia el sector caliente; en *c*) se insinúa ya una ola de aire caliente en el seno del aire frío, que arrastrada por la corriente caliente hacia el Este, se deforma y amplía en el sentido Norte-Sur, afectando la forma de una depresión típica a que nos hemos referido antes, y que aparece mejor organizada en *d*).

A medida que la magnitud del sector caliente aumenta en sentido Norte-Sur, los frentes frío y caliente se separan uno de otro para reunirse, finalmente, en la porción meridional, como representa en *e*), formando un doble, ya en estado de *seclusión* en *f*), donde el sector caliente queda separado de la corriente de aire caliente que lo alimentaba. La porción más cercana al centro caliente no tarda en elevarse, quedando la depresión—al nivel del terreno—compuesta tan sólo de aire frío, como se representa en *g*). La línea de discontinuidad—como puede verse en *h*)—separa al aire frío de la porción anterior del aire, frío también, de la posterior, que desaparece, produciéndose la *oclusión*, al mismo tiempo que desaparecen también las lluvias continuas, registrándose tan sólo algunos chubascos en el instante en que cesa el movimiento ciclónico.

Una vez ocluida la depresión, el sector caliente se va elevando en las capas superiores poco a poco, para enfriarse adiabáticamente y obtener, en un momento dado, una altura suficiente para que su temperatura sea igual a la del aire que le rodea. Así, la oclusión separa dos fases opuestas en la vida de una depresión, es decir:

a) Cuando se trata de una depresión que nace, la energía cinética va aumentando; la depresión se acentúa, y la velocidad del viento va en aumento.

b) Cuando se trata de una depresión que muere, las masas de aire que participan del movimiento ciclónico van haciéndose cada vez más homogéneas; la energía ci-

nética va en disminución; el viento se abate, y la depresión se llena.

Durante la primera fase de su existencia, el centro ciclónico está animado de una velocidad creciente y se traslada en dirección paralela a la de las isobaras del frente caliente, y después de la oclusión su velocidad decrece rápidamente en el momento de desaparecer. De ello resulta que cuando diversas depresiones se suceden, puede haber acercamiento de dos centros ciclónicos de edad distinta, provocando la superposición de los fenómenos característicos de cada una de ellas, ofreciéndose al mis-

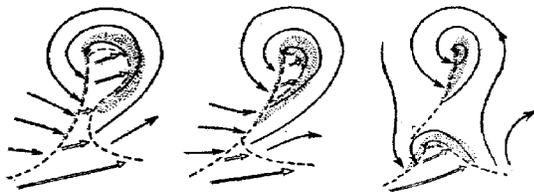


Figura 5

mo tiempo los correspondientes a una depresión en vías de desaparecer, y los de otra en vías de desarrollo.

Los nuevos centros ciclónicos se forman generalmente en las superficies de discontinuidad que se extienden desde el seno de una depresión considerada como *depresión principal*, y en los que las nuevas depresiones reciben la denominación de *depresiones secundarias*. Su formación puede tener lugar en la V invertida que forma la superficie de discontinuidad al Sur del frente doble de una depresión que haya llegado al estado de oclusión, en la forma que se representa en la Figura No. 5, que como la No. 6, hemos tomado de la citada obra.

Tenemos, en consecuencia, que las depresiones se presentan en series que se suceden a lo largo de una misma superficie de discontinuidad que separa el aire frío y seco de origen polar, del aire caliente y húmedo de origen tropical, procedente de áreas sub-tropicales de

altas presiones. Esa superficie recibe el nombre de *superficie de frente polar*, y su intersección con la superficie del terreno el de *frente polar*.

Este frente polar afecta la forma de una línea sinuosa que se va desplazando continuamente en latitud—como puede observarse en la Figura No. 6—a través de la zona templada, separando extensas lenguas de aire polar y de aire tropical. Estas últimas constituyen los sectores calientes de las depresiones en vías de desarrollo, mientras

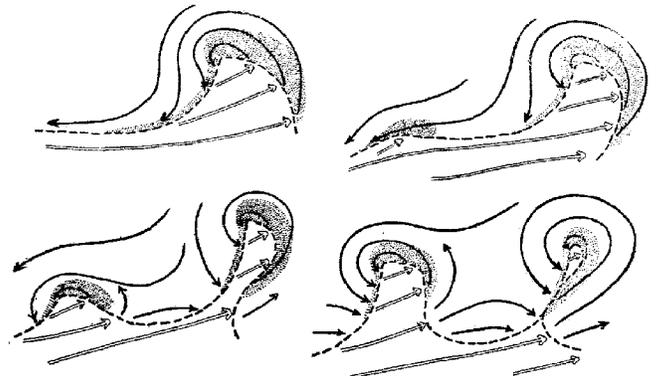


Figura 6

que las lenguas de aire frío, de origen polar, forman los conos de las altas presiones que separan a dos depresiones que se suceden.

La sucesión de depresiones en una serie sigue las siguientes leyes:

a) En una serie de depresiones que se suceden a lo largo de una línea o segmento de frente polar, cada centro ciclónico tiene una trayectoria situada más al Sur que la trayectoria del centro de la depresión precedente.

b) Cuando la masa de aire polar de una depresión penetra en la masa de aire ecuatorial, la dirección en la cual ha de moverse el centro de la depresión que le su-

ceda estará trazada más al Sur, y la nueva depresión seguirá otro segmento de frente polar, separado generalmente del precedente por una ola de aire polar.

La serie de depresiones que se suceden a lo largo de un mismo segmento polar, constituye una *familia de depresiones*, cuyos miembros varían entre dos y seis; pero cualquiera que sea el número de miembros de la familia, la trayectoria de los centros ciclónicos sucesivos va quedando tanto más al Sur cuanto mayor sea el número de individuos que la componen. La familia se extingue cuando la trayectoria de la última depresión llega tan al Sur que puede provocar un aflujo de aire polar a la región de los vientos ecuatoriales, y cuyo fenómeno recibe el nombre de *invasión polar* u *ola polar*. Estas olas, por el hecho de romper momentáneamente el frente polar, establecen un cambio de aire directamente entre el polo y el ecuador, cosa que da lugar a que en una latitud más alta aún pueda formarse y propagar otra familia de depresiones.

De estas consideraciones se deduce que no sólo los aires procedentes de la región polar pueden ser el origen de la formación del segmento de discontinuidad, si no que en lugares donde exista una pendiente pronunciada, como sucede en el continente asiático, puedan provocarlos tanto en Invierno como en Verano, dado que la discontinuidad puede considerarse como consecuencia natural de las condiciones de una atmósfera que rodea a un globo en rotación, y que las depresiones ciclónicas extra-tropicales se producen como convulsiones de la superficie de discontinuidad, debido a la inestabilidad de las masas de aire dotadas de temperaturas diferentes.

Cuando se formula una teoría sobre el origen de las depresiones, se tienen en cuenta dos factores principales que consisten en la gran cantidad de energía cinética que es preciso desarrollar, y la enorme masa de aire que debe renovarse para lograr el descenso de la presión. A este efecto debemos señalar que Sir Napier Shaw—Manual of Meteorology, Volume II, Comparative Meteorology—expone que la cantidad de aire renovado varía entre 2^o 100,000,000,000 de toneladas en una depresión intensa del Atlántico, y 220,000 toneladas en el tornado de París del año 1896. Esto obliga a que las teorías formuladas

invoquen las diferencias horizontales de temperaturas, y como el gradiente entre el ecuador y el polo es más pronunciado en Invierno, las depresiones de la zona templada son más frecuentes en Invierno que en Verano. Como, por otra parte, en Verano las masas de aire contienen más humedad que en Invierno, aquellas teorías que se basan en la presencia del vapor acuoso en la atmósfera, pierden terreno. Margules en su "Energy of Storms", estudiando el reajuste de las masas de aire en un estado de equilibrio inestable, llega a la conclusión de que ellas liberan gran cantidad de energía cinética, y que siendo común una diferencia de 10° Centígrado en la atmósfera en los meses de Invierno, ello es bastante para generar la energía cinética necesaria para el reajuste de las masas.

Según esto, la formación de una depresión tendría su origen en el desplazamiento de las masas calientes por las masas frías, cosa que parece confirmarse cuando se observa que las depresiones pronunciadas van acompañadas de copiosa precipitación sobre áreas extensas, y que puede traducirse en energía térmica y potencial. La teoría de Margules, por tanto, no se aparta mucho de la teoría térmica de Espy, pero sí de la teoría ondulatoria de Bjerknes, dado que según la fórmula de este último, el ángulo θ que forma la superficie de discontinuidad, para una diferencia dada de temperatura, es proporcional a la diferencia de velocidades, y la liberación de energía potencial requiere un decrecimiento de su valor: el desarrollo de la energía cinética exige, por el contrario, una pendiente más pronunciada. Esto ha dado lugar a que Margules en vista de que T_1 y T_2 difieren mucho de 273° Absoluto, presente la fórmula de Bjerknes en la siguiente forma:

$$\tan \theta = - \frac{2 \operatorname{sen} \lambda}{g} \times \frac{u_1 T_2 - u_2 T_1}{T_2 - T_1}$$

Al meteorologista austriaco Félix M. Exner se debe la teoría de la *caída*, que constituye lo que se ha dado en llamar la *escuela austriaca*. Según esta teoría los ciclones

extra-tropicales son análogos a los remolinos de agua que se forman en la parte opuesta a la dirección de donde procede la corriente en los pilares de un puente, o en una roca, sustituyendo a éstos por un sistema de montañas elevadas cerca del océano, y a cuyo efecto cita el sistema orográfico de Groenlandia que según él, interfiere la corriente de los vientos generales del Oeste propios de esa latitud dando lugar a una caída de la presión en el lado oriental del extremo Sur de dicha isla, y provocando en dicha corriente una componente Norte que a su vez da lugar a las bajas presiones del Sudoeste de Islandia.

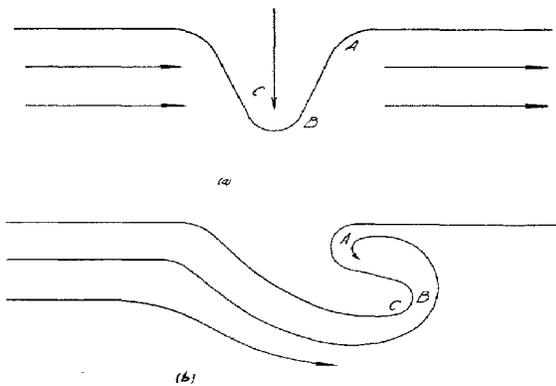


Figura 7

M. Rodríguez.

Exner señala, sin embargo, que las depresiones se originan en los límites de las corrientes de aire, pero que el paso previo para ello ha de consistir en el desprendimiento de una masa fría de aire polar que vaya a caer dentro de la corriente de los vientos generales del Oeste, y que sea arrastrada hacia el Sur en forma de lengua, tal como se representa en la porción a) de la Figura No. 7.

Esta lengua de aire frío C, priva de aire caliente al extremo A, provocando en él una caída de la presión,

dando lugar el gradiente iniciado de este modo a que se establezca una circulación en la forma representada en la porción b), quedando el centro de baja encerrado por la lengua de aire frío.

Según Exner los desprendimientos de aire frío que se registran en Norte América, y que tan frecuentemente van acompañados por sistemas depresionarios en su extremo oriental, constituyen ejemplos evidentes de lo que su teoría expone, reproduciendo en su obra, para ilustrarlo, un mapa meteorológico de enero de 1895.

Para demostrar experimentalmente su teoría, el meteorologista austriaco hizo construir un vaso circular que llenaba de agua, y que era capaz de girar alrededor de su centro, donde colocaba un cilindro de hielo, a la vez que daba calor a la periferia. Como el hielo estaba coloreado, podían seguirse los movimientos de las masas frías que se iban desprendiendo de él, y con lo que se lograban efectos muy semejantes a los que se observan al paso de los ciclones y anticiclones de las latitudes medias.

En el Volumen 49 del *Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society*—año 1923—aparecieron dos teorías distintas formuladas por dos meteorologistas japoneses, los señores Fujiwhara y Kobayasi, que pasamos a exponer brevemente.

La teoría de Fujiwhara atribuye el desarrollo de los ciclones a el amalgamiento de pequeños vórtices, cosa que comprobaba mediante la observación directa en los remolinos de agua. Aunque la hidrodinámica de un fluido perfecto dice que *dos vórtices lineales que rotan en un mismo sentido tienden a repelerse*, Fujiwhara encontró que los pequeños vórtices se atraen y amalgaman, dando lugar a un vasto remolino. Según esta teoría del meteorologista japonés, la asociación de las variaciones locales del viento con la vorticidad, deben dar lugar a un vórtice central, que a su vez será el origen de una perturbación ciclónica.

Las variaciones locales del viento pueden representarse, según este autor, por tres componentes de vorticidad:

a) Paralela a la dirección media del viento,

b) Horizontal y perpendicular a dicha variación media, y

c) Vertical.

Como a esta componente de vorticidad con eje vertical es a la que Fujiwhara concede mayor importancia, cuantos combaten la teoría del meteorologista japonés objetan que si se tiene presente que los remolinos con eje vertical pueden estar dotados de distinto sentido de rotación, la resultante de infinitos remolinos sobre un área considerable puede tender a cero.

Kobayasi considera el efecto de la variación horizontal de temperaturas en un ciclón simétrico, y al presentarlo bajo forma matemática supone que la presión en el área afectada por el meteoro da siempre un gradiente constante de presión en la parte central del mismo, cuyo borde exterior afecta una forma circular de radio R , y que la velocidad transversa en la región exterior está representada por

$$vr = \text{constante}$$

Supone también que a un nivel dado el aire corta a las isobaras bajo un ángulo α , que va disminuyendo a medida que la altura sobre el terreno aumenta, y que el ciclón se va trasladando sobre un campo en que, como dijimos antes, el gradiente de temperaturas es uniforme. La convergencia del aire hacia el centro va asociada con el ascenso del mismo, renovándose dentro de una región que afecta la forma de parábola—A-B en la figura No. 8 que es la No. 1 en el trabajo de Kobayasi—con su foco en el centro del ciclón.

Las corrientes de aire procedentes de lados exteriores opuestos, se yuxtaponen a lo largo de una línea que se extiende desde el centro hacia la región posterior, en el lado derecho de la trayectoria, y que constituye una *línea de discontinuidad de temperaturas*. Esta línea de discontinuidad, según Kobayasi, se proyecta en la dirección hacia donde se mueve el meteoro en relación inversa al valor de α , y por tanto, la superficie que traza la discontinuidad a los distintos niveles va inclinándose al avanzar, provocando un sistema en el cual el aire frío a unos 500 metros de altura se coloca por encima del aire ca-

liente que reposa en la superficie, provocando un mecanismo en el frente frío capaz de producir vientos arrachados, y explicando, de este modo, la formación de un frente en la parte posterior del ciclón.

La discontinuidad de temperaturas dejadas en la parte posterior de un ciclón puede actuar, en opinión de Kobayasi, a modo de *línea de gobierno* para un segundo ciclón; pero como esta segunda hipótesis no ha sido con-

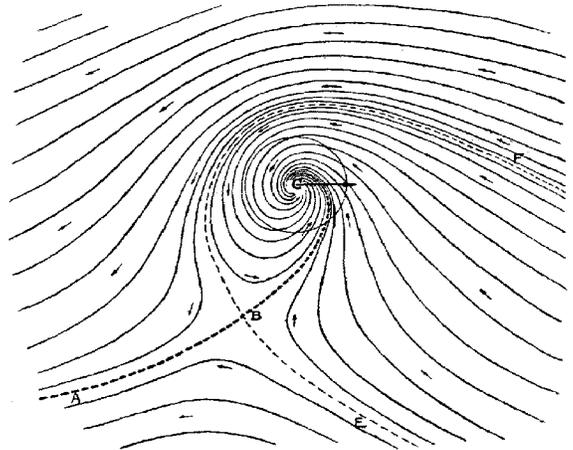


Figura 8

firmada, y las investigaciones posteriores demuestran que los ciclones no se mueven a lo largo del frente que avanza desde el centro, si no a lo largo de la dirección de las isobaras en la corriente caliente, esta teoría no ha merecido gran aceptación hasta ahora. Sin embargo, según Brunt, aunque ella no parece aplicable a las depresiones que están dotadas de un frente caliente bien marcado, existe la posibilidad de que este fenómeno ocurra en las depresiones que se generan en las masas de aire polar.

Los meteorologistas ingleses, como dijimos antes, parecen mantener también sus puntos de vistas con respecto a la teoría vortical, y así lo insinúan aún cuando hacen el estudio de la teoría ondulatoria de Bjerknes. En efecto, Sir Napier Shaw, el eminente meteorologista inglés, en el Capítulo IX del Volumen II de su "Manual of Meteorology"—Comparative Meteorology—al estudiar la relación entre la superficie y el aire superior, dice que la altura de los ciclones, o el comportamiento del aire situado por encima de ellos, ha sido objeto siempre de curiosidad, dado el interés que existe por conocer la forma en que el aire superior actúa como recipiente de las capas situadas por debajo, cuando están sometidas a la acción de la convección. A este efecto cita los trabajos de Bigelow, Teisserenc de Bort, Sir John Elliot, Kobayasi, etc. Hace referencia a un modelo de una depresión, construido de alambre por J. Bjerknes, en el que se representa el viento superior del Oeste reforzado en el frente de la depresión por el aire del sector caliente, corriendo a lo largo de la superficie como un viento del Sur o del Sudoeste, y levantándose sobre una corriente de aire procedente del Este para curvarse alrededor del centro y mezclar el aire procedente del Norte o del Noroeste, contribuyendo así a la formación del seno u onda en un ataque en el lado occidental del sector caliente.

El modelo, según Shaw, introduce una nueva característica, dado que el centro de la depresión ha perdido mucho de la importancia que se le ha concedido durante 50 años, pero que merece ser considerada dinámica o cinemáticamente, pues parece ser el punto en que se reúnen tres frentes de una depresión completa: el frente caliente del sector caliente; el frente frío situado frente a él, y el frente frío en su flanco. "En este punto"—dice—"el proceso de reemplazar el aire caliente por aire frío debe ser cinemáticamente complicado".

Refiriéndose a una figura estereo-fotográfica en la que se representa una modificación del modelo de alambre de Bjerknes, añade: "quizás podamos representar las condiciones del modelo incluyendo una espiral ascendente de aire caliente alrededor de la vertical trazada desde el centro". Para insinuar esto se basa en el hecho

de que algunas trayectorias estudiadas por Bjerknes ofrecen la forma de lazos, es decir, que el aire aparece trasladándose alrededor del centro, procedente del Sur, frente a él, y alejándose.

"Una característica notable de estas trayectorias en lazo consiste—dice Sir Napier—en que el aire que se aleja está frío en comparación con el aire que se acerca, pareciendo indicar que el aire caliente que avanzó hacia el centro ha desaparecido, siendo sustituido por el aire frío para mantener la aparente regularidad de la corriente".... "Es posible, por tanto, que un área de baja presión en la superficie, con todas sus irregularidades, acompañada por una convección energética y por la consecuente eveción, pueda provocar el desarrollo de vórtices que se trasladan en las capas superiores de la atmósfera, dado que hay indicios de esta probabilidad."

El Profesor W. J. Humphreys en su conocida obra "Physics of the Air" expone una teoría sobre la formación y mantenimiento de los ciclones extra-tropicales que, como él mismo dice, "ha sido desarrollada tomando sus elementos fundamentales de otras, y que aunque incompleta y defectuosa en exactitud y expresión matemática, debida al escaso conocimiento que hasta ahora se tiene de este fenómeno atmosférico", ofrece la ventaja de reunir en una sola un gran número de hechos que juegan un papel importante en algunas de las teorías que hemos expuesto, principalmente en la de Bjerknes y en la de Exner, como veremos más adelante.

En la exposición de esta teoría del eminente hombre de ciencia norteamericano, trataremos de seguirle al pie de la letra cuanto nos sea posible.

El aire frío acumulado en las regiones polares, y en Invierno en las tierras adyacentes a ellas, corre hacia el ecuador adquiriendo una componente Este-Oeste, si no existe una causa que lo impida; del mismo modo el aire caliente de las latitudes bajas se mueve hacia el polo, inclinándose cada vez más hacia el Este, si no se presenta una causa para impedirlo. Si la fricción no existe, esas dos corrientes de aire pueden correr una al lado de la otra—la una hacia el Oeste y la otra hacia el Este—separadas por una superficie de discontinuidad, y permaneciendo ambas en equilibrio dinámico. Esa superficie de discontinuidad, por tanto, puede considerarse una barrera impenetrable, dinámicamente establecida y mantenida, a través de la cual no se establecerán cambios entre las corrientes fría y caliente.

Suponiendo que v_1, ρ_1 son, respectivamente, la velocidad hacia el Oeste y la densidad de la corriente fría polar; v_2, ρ_2 la velocidad hacia el Este de la corriente caliente ecuatorial, el empuje dinámico por centímetro cúbico del aire frío sobre la superficie de separación de ambas corrientes será igual a $2\rho_1 v_1 \omega \text{ sen } \varphi$; y el empuje contra ella de la corriente caliente, $2\rho_2 v_2 \text{ sen } \varphi$. En estas expresiones son: φ la latitud; ω la velocidad angular de la rotación terrestre; el empuje de la gravedad hacia el ecuador por centímetro cuadrado $g(\rho_1 - \rho_2) \tan \beta$, siendo β el ángulo de inclinación de la superficie.

Si el equilibrio está establecido,

$$\begin{aligned} \tan \beta &= 2 \omega \text{ sen } \varphi \frac{v_1 \rho_1 + v_2 \rho_2}{g(\rho_1 - \rho_2)} \\ &= 2 \omega \text{ sen } \varphi \frac{(v_1 T_2 + v_2 T_1)}{g(T_2 - T_1)} \end{aligned}$$

siendo T_1 y T_2 , respectivamente, las temperaturas absolutas del aire frío y caliente.

Por ejemplo, si en latitud 70° v_1 y v_2 tienen cada una 10 metros por segundo de velocidad, y las temperaturas de esas corrientes son 270° y 280° Absoluto, respectivamente—que son valores aceptables—entonces $\tan \beta = 26' 26''$, lo que equivale a una inclinación de la superficie de separación de 0.75 milla por cada 100, a lo largo de un meridiano, en este caso. Cualesquiera que sean las direcciones de las dos corrientes, será aplicable la ecuación siempre que un objeto colocado entre ellas dos rote en sentido contrario a la dirección en que se mueven las manecillas de un reloj, visto desde un plano superior. Así mismo, el valor angular de la pendiente aumenta con el seno de la latitud; con la velocidad relativa de las dos corrientes, y con el decrecimiento de la diferencia de temperaturas.

Supongamos ahora que el equilibrio dinámico está establecido, y que la superficie de separación intercepta un paralelo de alta latitud en una tierra que consideraremos plana y nivelada: supongamos, por último, que este equilibrio se rompe, bien por un cambio en la dirección o en la velocidad de la corriente, o bien por que se altere la presión barométrica en un lado cualquiera de la su-

perficie de separación, causas que, como es sabido, pueden provocarse por distintas razones.

Para mayor claridad vamos a suponer que la velocidad de la corriente fría que se mueve hacia el Oeste se ve reducida por una obstrucción en un lugar determinado: inmediatamente se presentará en ese punto una componente ecuatorial que a su vez, en virtud del movimiento de rotación de la tierra—si no se presenta otra causa que lo impida—provocará un aumento de velocidad en dicha corriente hacia el Oeste. La masa de aire frío, al interferir a la corriente caliente que se mueve hacia el Este, provocará una disminución de la presión a sotavento, es decir, hacia el lado oriental en este caso, y como resultado de ello se mantendrá el desequilibrio, pero siempre a sotavento de la masa de aire frío perturbadora.

Más aún: como el escape de la masa de aire frío desde el asiento donde estaba almacenada, debe ser compensado por una masa equivalente de aire caliente que ha de correr hacia el punto donde es más pronunciado el debilitamiento de la obstrucción, que está—en este caso—en el lado oriental del área de baja presión, que es donde la dirección original de las isobaras ha sido modificada.

Estas isobaras, al modificarse, tratan de afectar una forma elíptica, con su eje mayor orientado aproximadamente a lo largo del extremo oriental de la masa perturbadora de aire frío, y con el mínimo de presión cercano al asiento general de las masas frías, dentro de la curvatura o codo provocado en el borde frío.

La corriente de aire ecuatorial, a su vez, irá aumentando su velocidad hacia el Este, acentuando con ello el decrecimiento de la presión y los demás fenómenos que le acompañan, y por último, como la corriente caliente deflectada se encontrará, en este caso, en el lado oriental de la masa perturbadora de aire frío, penetrando profundamente en ella, a manera de cuña delgada, y su velocidad—en la Naturaleza al menos—es mayor que la de la corriente fría que corre hacia el Oeste, el punto donde el intercambio tiene lugar, y el mínimo de presión que le acompaña, se trasladarán hacia el Este, a lo largo del borde frío, durante cierto tiempo, hasta lograr que el intercambio vaya contribuyendo a su mejor desarrollo, o encuentre condiciones desfavorables que lo modifiquen.

A medida que el punto donde se ha concentrado la perturbación se vaya desplazando al Este, irá restableciéndose la barrera o superficie de separación en la parte posterior, con lo cual el fenómeno, en vez de provocar un desequilibrio general, se habrá limitado a una ruptura más o menos extensa, según el volumen de las masas de aire que se intercambien, la topografía del lugar, la naturaleza de la superficie o la distribución de temperaturas.

Del mismo modo que hemos supuesto que el equilibrio dinámico fué perturbado por la penetración de la masa fría en la corriente caliente, puede suponerse que el desequilibrio lo provoque la introducción de una masa caliente en la corriente fría, pues en cualquier caso las acciones mutuas iniciadas en las corrientes, y el proceso consecuente, serán simultáneos.

"Las regiones polares—concluye Humphreys—están siempre relativamente frías, y comparativamente calientes las acuatoriales, por lo que la atmósfera tiende continuamente a mantener una circulación interzonal, a fin de establecer el equilibrio dinámico. Pero como el aire es ligeramente viscoso y la superficie de la tierra áspera e irregular, el equilibrio dinámico perfecto no se logra, ni puede lograrse. Por el contrario, la fricción de la superficie y la turbulencia reducen de tal modo la velocidad del viento en las capas inferiores, que ellas no corren paralelamente a las isobaras, si no que lo hacen diagonalmente, desde las regiones de alta a las de bajas presiones. De ello se deduce que es difícil suponer la existencia de una corriente superficial fría establecida desde el polo al ecuador en toda la faja comprendida entre los paralelos de las latitudes altas y medias, y una corriente caliente, por lo menos en la región ecuatorial, dirigida hacia las regiones polares, que deben vincular—en virtud de la ley de la conservación de las áreas, o momento angular—vientos superiores en las regiones polares de tal magnitud que produciendo un movimiento ondulatorio, provoque la mezcla de las masas de aire altas y bajas, que de este modo rompen un eslabón importante en la cadena de los acontecimientos. Además de ello sabemos, por la observación directa de los globos pilotos, que alrededor de los polos no existe remolino de aire de gran velocidad, y sabemos también que aunque los aires fríos del norte son frecuentes en las latitudes altas y medias, y aún más allá, no son continuos en ningún lugar, si no que se alternan irregularmente con vientos de otras direcciones. Por tanto, y por otras razones que podrían citarse si fuera necesario, creemos que una gran parte de la circulación interzonal de las latitudes medias y altas debe ocurrir en forma de ciclones—del modo en que ello ocurre—y que estos ciclones comúnmente deben iniciarse (y ellos parecen iniciarse generalmente de este modo) como rupturas en barreras pseudo-dinámicas entre corrientes de aire relativamente frías y calientes. Muchas de estas rupturas, aparentemente, tienen lugar a lo largo del borde del depósito polar (Norte y Sur), incluyendo las tierras de las latitudes altas en Invierno, aunque muchas otras aparecen en cualquier lugar. Por ejemplo, un seno de baja presión, situado en el Valle del Mississippi, con vientos del Norte en el lado occidental y del Sur en el oriental, es casi seguro que desarrollará ciclones mientras persista, a veces en sucesión tan rápida que un tercero, y aún un cuarto, puede originarse antes de que el primero haya desaparecido del mapa. De modo similar, y bajo circunstancias semejantes, bajas secundarias se pre-

sentan con frecuencia en el lado occidental del Atlántico, a alguna distancia de la costa de los Estados Unidos, y también en otras regiones del globo, tal como sucede en la porción occidental del Pacífico en Invierno, o más brevemente, en cualquier lugar en que existan corrientes que se muevan en direcciones opuestas, dotadas de contraste de temperaturas, y dirigidas de tal modo que provoquen la formación de bajas entre ellas".

El estudio de los ciclones extra-tropicales, por lo complejo, constituye uno de los problemas más cautivadores e interesantes de la Meteorología, pues como es sabido, no se encuentran las mismas características en los que se observan en Norte América, en Europa y en Asia—para concretarnos tan sólo al hemisferio Norte—ni entre los de las diversas regiones de un mismo continente, y ni aún siquiera entre los de una misma región de un mismo continente, puesto que los diversos fenómenos que acompañan a estos últimos difieren mucho, según sean precedidos o seguidos por otras áreas de alta o de baja presión.

El Doctor Max Möller ha clasificado a los ciclones de la zona templada en tres grupos:

- a) Ciclones con una corriente de aire ascendente en su porción central.
- b) Ciclones con corriente de aire ascendente en uno de sus lados y descendente en el otro, y
- c) Ciclones con corriente fría ascendente en el centro.

Los de este último grupo, según dicha autoridad, se observan en las zonas glaciales y a veces en el Mar Báltico, caracterizándose también por una gran sequedad en el aire y la consecuente ausencia de precipitación; por un cielo perfectamente despejado en la región de los vientos más duros, y porque las corrientes de aire del primer y tercer cuadrante no tienen tendencia a correr en el centro, si no que lo hacen paralelamente a las isobaras, y aún a veces lo hacen desde las regiones de bajas presiones a las de alta.

Si en los ciclones de la zona templada se observan características tan complejas como las que nos cita el Doctor Möller, nada más natural que innumerables hombres de ciencia—matemáticos, físicos, meteorologistas, etcétera—hayan formulado diversas teorías para explicarnos la génesis y desarrollo de este fenómeno. Ante la

imposibilidad de exponer cada una de estas teorías, nos limitaremos a recordar, con el respeto y devoción que merecen, los nombres de Weyher, Lord Rayleigh, Aitken, Taylor, Ryd, Von Fiker, Geddes, y tantos otros que han luchado y luchan aún porque la Meteorología ocupe entre las Ciencias el privilegiado lugar a que es merecedora.

Con la exposición de las teorías a que nos hemos concretado en esta oportunidad, creemos haber alcanzado el fin que nos proponíamos, esto es, exponer sucintamente aquellas que más apasionan en estos tiempos a cuantos se interesan por los estudios meteorológicos. Y como la teoría ondulatoria de Bjerknes y la de la caída de Exner son las que se discuten con mayor apasionamiento, por la sencillez con que nos las han presentado sus autores, y porque parecen confirmarse con la observación directa, creemos oportuno consignar aquí las palabras de David Brunt, famoso profesor de Meteorología de la Universidad de Londres, en su conocida obra "Physical and Dynamical Meteorology":

"Sería un error considerar la teoría de Exner como una alternativa de la teoría noruega del frente polar. Las depresiones que se forman sobre el Atlántico y sobre la región de las Islas Británicas, generalmente lo hacen en el límite entre dos porciones de la corriente del Oeste que se han originado en distintas latitudes, sin que exista ninguna señal definida del inicio de un desprendimiento de aire frío que vaya a penetrar en la corriente caliente del Este. Muchas de las depresiones que afectan las Islas Británicas son más bien noruegas que austriacas. Pero en las olas frías que se mueven hacia el Sur sobre la Europa Occidental no existe un contraste de temperaturas tan marcado como en las olas frías de América y Asia, y no está claro cuando los conceptos de Exner no se pueden aplicar exactamente a otras regiones de la tierra. En cualquier caso debemos guardarnos de pensar sobre las depresiones como cosas que han de afectar siempre una forma típica, y que han de producirse de manera típica también. Entre las depresiones no existe más que un hecho fundamentalmente típico y común a todas ellas, que consiste en un centro de baja presión. Los otros factores pueden afectar todas las variantes concebibles, y es posible que diversas depresiones se produzcan de distintos modos, algunas como resultado de una convección pronunciada en un aire inestable; otras como frentes polares expuestos por Bjerknes, y otras a sotavento de los desprendimientos de aire frío, como las describe Exner. El meteorologista debe tener en cuenta las distintas posibilidades como alternativas que puede aplicar en cada caso particular".

¿Se logrará formular una teoría que exponga de manera definitiva la verdadera causa que da lugar a la formación de los ciclones extra-tropicales? A los aerólogos confiamos la contestación afirmativa a esta pregunta, como la de otras muchas que a diario tiene que formu-

larse el meteorologista. El aporte de nuevo instrumental y nueva técnica hacen concebir fundadas esperanzas en que la Aerología—esa nueva rama de la ciencia meteorológica—logrará descender el espeso velo que no nos ha permitido conocer aún la verdadera génesis de esas fuerzas portentosas que en las grandes convulsiones de la atmósfera—ciclones y anticiclones—recojen, transportan y transforman millones de millones de toneladas de aire.

El análisis de las masas de aire, que tan hermosas conquistas nos ofrece ya, está dando, sin embargo, los primeros pasos por una senda repleta de promesas. El progreso de la humanidad—en todos sus órdenes—y la Meteorología, están unidos por nexos estrechísimos que exigen que esta rama del saber humano se conduzca y se aplique metódica y científicamente, por ser el único medio para lograr la suprema aspiración de toda Ciencia: el conocimiento de la verdad.

PRIMER CURSILLO DE METEOROLOGÍA PRÁCTICA EN EL OBSERVATORIO NACIONAL

JOSÉ CARLOS MILLÁS,
DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL

El Primer Cursillo de Meteorología Práctica se dió en el Observatorio Nacional del 18 de enero al 9 de abril del presente año. Fué preparado especialmente para miembros de la Marina de Guerra Constitucional, de acuerdo con la disposición del Sr. Secretario de Agricultura, y habiendo dictado el Coronel Angel A. González, M. N. y M., Jefe de Estado Mayor, la Orden Especial Núm. 1, disponiendo que varios miembros pertenecientes al Departamento de Marina tomaran el Cursillo; completándolo de modo altamente satisfactorio, el grupo designado, que fué el siguiente:

Sub-Tte. de Señales: Luis Aragón García.
Sub-Oficial de Señales: Francisco Romero Nussa.
Sub-Oficial de Señales: José Boadas Parera, M. N.
Sub-Oficial de Señales: José Arias Romero.
Sgto. de 1º de Señales: Lucio Hernández Tellaheche.
Sgto. de 1º de Señales: Celestino Nieto Godoy.
Sgto. de 1º de Señales: Julián Machado Vidal.
Sgto. de 2º de Señales: Armando de la Torre Alonso.
Sgto. de 3º de Señales: Jesús Seijo Inchaurreondo.
Cabo de Señales: Guillermo Loza Zafrané.

Este Primer Cursillo de Meteorología Práctica no solamente ha sido el primero iniciado en el Observatorio Nacional, sino que con razón puede decirse que es el que verdaderamente ha iniciado la enseñanza de la Meteorología en Cuba, aunque en forma elemental, de modo completo y práctico.

Los estudios a los cuales se les dedicó preferente atención fueron estos:

Meteorología General.
Meteorología Tropical.
Nefología.
Aparatos.
Observaciones Meteorológicas.
Observaciones con Globos Pilotos.
Claves meteorológicas, usadas en mensajes radio-telegráficos.
Dibujo e interpretación del Mapa del Tiempo.

Como es natural, solamente nociones se podían dar en el Cursillo; pero se hizo hincapié en la parte práctica, realizando los alumnos todos los días observaciones meteorológicas completas, que entregaban en papeles firmados.

Con gran entusiasmo se llevaron a cabo los estudios, y día tras día por varias horas, los empleados técnicos del Observatorio, convertidos en profesores, trasladaban sus conocimientos a quienes tenían verdaderos deseos de aprender. Se realizó el mayor número de experimentos con los aparatos disponibles, haciéndose una verdadera disección de algunos de ellos. Los mismos alumnos no se contentaron con utilizar los nefoscopios del Observatorio, sino que construyeron ellos mismos varios, algunos originales por la clase de espejo usado. Además de las lecciones del Cursillo, se puso a la disposición del grupo, la Biblioteca del Observatorio, para aquellos que quisieran ampliar sus conocimientos, y algunos hicieron buen uso de ella.

En resumen, el Primer Cursillo de Meteorología Práctica fué un verdadero éxito, y puede asegurarse que los miembros del grupo adquirieron una buena base para poder continuar con los estudios meteorológicos, si así lo deseasen.

NOTAS ASTRONÓMICAS

I. VELASCO DE MILLÁS

Cometa Daniel (1937 a).

Este cometa, descubierto por Z. Daniel en Princeton, New Jersey, el 6 de diciembre de 1909, fué seguido con interés hasta su desaparición en 1910. La última impresión fotográfica del cometa se tomó el 11 de abril de ese año. Su órbita fué cuidadosamente calculada por diversos astrónomos; señalada esta labor en *L'Astronomie*, 1936, p. 503. Doubiago, por ejemplo, le halló un período de 6.48 años. A pesar de la cuidadosa búsqueda del objeto en los años 1916, 1923 y 1930, no se vió el cometa. Bajo la impresión de que esta vez las condiciones eran favorables para la observación del objeto, el Dr. H. Hirose de Tokio, se dedicó con gran interés a los cálculos correspondientes; y basándose en esos cálculos, M. Simizu encontró el cometa el 31 de enero, apareciendo éste como un objeto difuso de la 13^m y sin cola.

Gracias pues, a los esfuerzos de Hirose y de Simizu, el cometa Daniel, en la época correspondiente a su cuarta visita, se ha podido añadir a la lista de los cometas cuyos retornos se han observado. (*Annuaire Flammarion*, 1937).

Según los cálculos de Hirose, los elementos de este cometa son los siguientes:

T.....	1937	Enero	27.940	U. T.
ω	6°	1'		
Ω	70	19		
i	19	50		
ϕ	34	57		
Período.....			6.825	años.

Efemérides para 0^h U. T.

	R. A.			N. Decl.		log. r.	log. Δ
	h	m	s	°	'		
Febrero 28.....	3	26	24	28	17	0.1961	0.1618
Marzo 8.....	3	49	20	30	45	0.2014	0.1827
16.....	4	13	20	32	52	0.2077	0.2038
24.....	4	38	28	34	37	0.2149	0.2246
Abril 1.....	5	4	28	35	59	0.2228	0.2453
9.....	5	30	56	37	0	0.2314	0.2656

El cometa Whipple (1937 b).

El cometa 1937 b, fué descubierto por el Dr. F. L. Whipple en el Observatorio de Harvard, el 7 de febrero, y lo consideró como un objeto de la 12 magnitud; el Dr. Stevenson a su vez lo aceptó como de 10^a magnitud. Es un cometa que ha presentado un núcleo estelar bien definido, y una cola que a mediados de abril era de unos 10' de largo. Cuando fué descubierto estaba en Canes Venaciti; después, de la constelación de Ursa Major pasará a la de Bootes. Será un objeto al alcance de pequeños telescopios durante los meses de mayo y junio, pero probablemente no llegará a distinguirse a simple vista.

Whipple y Cumingham pudieron dar a conocer el 16 de febrero, basándose en los datos ofrecidos por el Dr. Jeffers, los siguientes elementos:

$$\begin{aligned}
 T &= 1937 \text{ junio } 22.068 \text{ U. T.} \\
 \omega &= 111^\circ 26' 57'' \\
 \Omega &= 127 \quad 4 \quad 7 \\
 i &= 41 \quad 3 \quad 47 \\
 q &= 1.66084 \text{ unidades astronómicas.}
 \end{aligned}$$

Efemérides del Cometa 1937 b:

1937 0 ^a U. T.	h	m	s	°	'	Mag.	Distancia	
							de la Tierra	del Sol
Mayo	3...	14	22	15	+60	35		
	7...		23	7	60	26	8.4	1.816
	11...		24	10	60	6		
	15...		25	26	59	37	8.3	1.786
	19...		27	0	58	58		1.296
	23...		28	55	58	9	8.2	1.762
	27...		31	10	57	10		1.287
	31...		33	47	56	2	8.2	1.742
Junio	4...		36	47	54	44		
	8...		40	9	53	16	8.1	1.729
	12...		43	53	51	39		1.266
	16...		47	59	49	53	8.1	1.722
	20...		52	24	47	58		1.258
	24...	14	57	9	45	54	8.1	1.722
	28...	15	2	10	43	42		1.253
Julio	2...	15	7	27	+41	23	8.1	1.728
								1.253

El cometa de Whipple ha resultado un objeto un poco más brillante de lo que se esperaba, con una cola que se destaca bien aún en pequeños telescopios.

El Dr. Whipple es bien conocido en el mundo astronómico por sus cálculos de órbitas, trabajando frecuentemente con el Dr. Cunningham en el Observatorio del Harvard College. El descubrió el cometa 1932 k, y el cometa 1933 f; y con respecto al cometa 1932 f, realizó la sorprendente labor de calcular su órbita preliminar y dar a conocer sus elementos seis horas después de haber recibido las tres posiciones necesarias.

El cometa 1937 b, es, como queda indicado, un objeto que se puede observar con facilidad durante los meses señalados.

El cometa 1937 c.

El 27 de febrero y poco después de la puesta del Sol, Wilk, descubrió un cometa que como se ha visto después, estaba cerca de su máximo en brillo. El anuncio del descubrimiento fué enviado por Banachiewicz, Director del Observatorio de Cracovia, Polonia, en los siguientes términos:

Cometa Wilk 1937, febr. 27.7674 U. T.

$0^{\text{h}} 35^{\text{m}} 17^{\text{s}} + 19^{\circ} 22'$ Magnitud 7.

Esa misma tarde L. C. Peltier, el observador americano que tanto se ha distinguido, le enviaba a Van Biesbroeck el siguiente mensaje:

“Objeto nebuloso de la séptima magnitud $0^{\circ} 35^{\text{m}}$, + 20° , demasiado bajo para confirmar aquí”.

Por esto, a veces se le llama cometa Wilk, y otras veces Wilk-Peltier, como en el caso del cometa 1925 k, que lleva el nombre de los dos también. Whipple y Cunningham calcularon su órbita, y los elementos encontrados por ellos fueron confirmados por los cálculos de Maxwell y Smiley.

Orbita de Whipple y Cunningham:

$$\begin{aligned}
 T &= \text{Feb. 21.7280} \\
 \omega &= 32^\circ 9'.4 \\
 \Omega &= 57 \quad 3.5 \\
 i &= 25 \quad 57.5 \\
 q &= 0.61975
 \end{aligned}$$

Efemérides del cometa Wilk-Peltier:

1937	h m s		° '		Distancia de la del Tierra Sol		Mag.	
Abril 1...	4	15	13	+68	52.4	0.583	1.005	10.3
	5	52	39	71	18.2			
	9	33	23	70	14.0	0.607	1.127	10.9
	13	48	57	66	32.0			
	17	38	27	61	40.5	0.671	1.250	11.6
	21	10	11	8	56	35.0		
	25	33	58	51	40.6	0.769	1.373	12.3
	29	50	50	47	7.7			
Mayo 3...	11	3	59	42	58.9	0.892	1.495	13.0
	7	14	40	39	13.9			
	11	23	43	35	50.7	1.036	1.616	13.5
Mayo 15...	11	31	36	+32	47.2			

Un caso interesante.

El día 8 de abril, el profesor Baldwin del Melbourne Observatory anunciaba, el descubrimiento de un cometa por W. F. Gale, conocido astrónomo de Sydney, Australia. Daba los datos siguientes:

1937 Abril 6.5 U. T. R.A. 16^h 13^m 30^s Decl. -20° 27'
Magnitud 10. Movimiento hacia el Este.

A pesar de la magnitud que se decía, y que indudablemente debieron convertir al objeto en uno bien fácil de hallar, ningún otro observador pudo encontrarlo. Van Bresbroeck llama la atención hacia el hecho de que en esa fecha, el planeta Marte estaba a unos 8' de arco de la posición anunciada, y aunque al hacer esta observación piensa en el "ghost" de Marte, se apresura no obstante a decir que un observador de tanta experiencia como Gale, no era posible que se equivocara con un fenómeno tan conocido. Sin embargo, bien pudiera ser que Gale no tuviera en el campo de su instrumento más que el "ghost" del planeta; olvidando la proximidad de éste, esa imagen-fantasma tomó el aspecto de un cometa; todo parece indicar que eso fué lo que sucedió, aún ese mismo movimiento hacia el Este, que sería precisamente el que seguiría el "ghost" de Marte al inducirlo al error.

El cometa Grigg-Skjellerup, 1937 d

Fué redescubierto el 30 de abril por L. Cunningham del Harvard College Observatory.

Efemérides:

	h m		° '		Distancia	
					del Sol	de la Tierra
Mayo	3...	7	8.3	+8 50	0.953	0.657
	7...	7	21.5	10 10		
	11...	7	35.8	11 38	.924	.595
	15...	7	51.3	13 14		
	19...	8	8.3	15 0	.909	.583
	24...	8	27.0	16 56		
	27...	8	47.6	19 2	.910	.475
	31...	9	10.5	21 16		
Junio	4...	9	36.3	+23 36	0.927	0.425

Solo se puede ver con los grandes telescopios; es muy débil y no tiene cola.

OBSERVACIONES AEROLÓGICAS EN LA HABANA

ERNESTO TAVÍO,

Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional

Las observaciones aerológicas se iniciaron de una manera regular en este Observatorio en Enero de 1926, y sus resultados se publicaban en nuestro BOLETÍN hasta el primer semestre de 1928. Interrumpida su publicación hasta el año último—Epoca III, 1936—no fué posible incluir la publicación de los datos aerológicos por falta material de espacio y tiempo.

Con este número iniciamos un nuevo proceso aerológico, con gráficos diarios en los que se representan las alturas en kilómetros y las velocidades, a cada nivel, en metros por segundo, pero suprimiendo la de aquellos días en que la observación no llegue al primer kilómetro.

Debemos señalar, sin embargo, que desde el año 1926 en que se iniciaron, las observaciones aerológicas se han continuado con regularidad, y los datos de su archivo, que constituyen un legítimo orgullo nuestro, están a la disposición de todos los Centros Científicos que se interesan por estos estudios. Pero como no nos basta con el esfuerzo realizado, y nuestra sed por la verdad cientí-

fica es infinita, no estaremos satisfechos hasta no lograr el análisis diario de las masas de aire.

**CONSIDERACIONES SOBRE EL RESULTADO DE LAS OBSERVACIONES
AEROLÓGICAS EFECTUADAS EN LOS MESES DE ENERO,
FEBRERO, MARZO Y ABRIL DE 1937.**

ENERO

Las observaciones aerológicas de este mes se han caracterizado por sus anormalidades, consistiendo la primera de ellas en la limpieza de los ciclos a la hora de la observación—1200 GCT— que ha permitido hacer 22 observaciones al nivel de 10 km., número de observaciones que no ha sido igualado en ningún otro mes de enero de los 11 años anteriores en que hemos realizado observaciones con globos pilotos. El mes de enero, por el contrario, y como expusimos en el número anterior de este *BOLETÍN* (Vol. I No. 2, "10 Años de Observaciones Aerológicas, etc."), se caracteriza porque en él tiene lugar el mínimo de observaciones a 10 km., y en todo el invierno sucede esto mismo, con excepción del mes de diciembre de 1931 (también anormal) en que se pudieron realizar 20 observaciones a este nivel.

Una anomalía no menos notable está representada por el hecho de que la corriente del W—180°/360°—entre los 3 y 4 km. se ha registrado tan sólo 4 veces al primero de los citados niveles y 6 al segundo. Pero la anomalía más notable consiste, sin duda alguna, en la corriente del E registrada el día 19 al nivel de 10 kms.; las del SSE en los días 7 y 26; la del NNE el día 10 y las del NE de los días 11, 14 y 15. Estas dos últimas llamaron tan poderosamente la atención que fueron tomadas precauciones especiales para la observación del siguiente día—16—y a cuyo efecto, además de la meticolosa inspección y pesada del globo que se realiza diariamente, se preparó el telescopio ecuatorial de 10 pulga-

das para seguir al globo al mismo tiempo que con el teodolito aerológico y comprobar el comportamiento de aquél. En efecto, aprovechando la dirección relativamente constante mantenida por el globo, y con el esfuerzo que es de suponer, se le mantuvo en el campo del ecuatorial durante toda su ascensión con aumentos de 60 y de 150, hasta el minuto 55 (9990 M. de altura) en que hizo explosión. Creemos que esta es la primera vez en el mundo que un globo piloto ha sido seguido durante toda su trayectoria con un instrumento óptico de tal potencia. En todo el recorrido del globo, hasta el momento de la explosión, no se notó anomalía alguna en su comportamiento, comprobándose así la persistencia de la corriente anormal del NE en los días 14 y 15 a que nos hemos referido antes.

Con relación a la corriente del E del día 19, inspeccionando el mapa del tiempo al nivel del mar, a esa fecha y hora, encontramos un anticiclón del orden de 779 mm. al N de la región de los Grandes Lagos, otro de 776 mm. en el Atlántico al E de las Bermudas, extendidos ambos por la porción NE del Caribe y del Golfo de Méjico, y un centro de bajas presiones de 747 mm. sobre Arizona con sus isobaras extendidas al SE por toda la porción SW del Golfo de Méjico y del Caribe; quizás a esta disposición de los centros de altas y bajas se deba la dirección anormal de la corriente a que nos estamos refiriendo. Con respecto a la corriente del día 11 y de los días 14 y 15, el mapa del tiempo en el primero de esos días señala dos anticiclones, uno de 771 mm. al S y cerca de Bermudas, y otro de 776 sobre el estado de New York, y bajas relativas en todo el Caribe. El mapa del día 14 muestra un anticiclón de 779 mm. al S y cerca de Terranova, con sus isobaras cubriendo todo el Atlántico y la costa adyacente de los Estados Unidos hasta el extremo NE del Golfo y las Antillas Mayores, así como un sistema de múltiples centros de baja presión desde los Grandes Lagos hasta Tejas y el resto del Golfo, y al NW hasta la costa del Pacífico en el estado de Washington.

El día 15 el anticiclón del Atlántico aparece desplazado al E de las Bermudas con 773 mm., uniéndose sobre la Florida con otro anticiclón del mismo orden situado sobre Nebraska, y con un tercero de 772 mm. sobre Ari-

zona, y un centro de bajas relativas en el Golfo de Campeche del orden de 760 mm.

El mapa del día 16 señala un anticiclón con dos centros de 776 mm. sobre la región de los Grandes Lagos y sobre Illinois, extendidas las isobaras de alta por la mitad oriental de los Estados Unidos y por todo el Golfo, con bajas relativas en todo el Caribe, más pronunciadas en la Zona del Canal de Panamá.

Refiriéndonos ahora a la corriente del SSE de los días 7 y 26, el mapa del primero de éstos muestra un anticiclón intenso de 781 mm. al S y cerca de Terranova, extendido sobre el Atlántico, y mitad NE del Golfo, y dos centros, uno de 747 mm. sobre Colorado y otro de 756 mm. en la frontera de Tejas y Coahuila, con sus isobaras de baja, extendidas por el resto del Golfo y del Caribe.

El mapa del día 26 señala el anticiclón del Atlántico, con 770 mm. al E de las Bermudas, penetrando hasta la porción central del Saco de Charleston y las Antillas Mayores, y un centro de bajas relativas—762 mm.—en la costa de las Carolinas, extendidas las isobaras de bajo barómetro al SW sobre el N de la Florida y el Golfo de Méjico para reunirse con otro centro de bajas relativas—761 mm.—al NW de la Península de Yucatán.

FEBRERO

En marcado contraste con el mes anterior, las observaciones de febrero se caracterizan, primero, por la escasez de observaciones en los niveles superiores, pues sólo se obtuvieron 11 a los 10 km., y 13 a los 9 y 8 km. Todas esas corrientes, en los tres niveles citados, fueron de región occidental—180°/360°—lo que representa una normalidad perfecta, pues como es sabido, las corrientes superiores al nivel de los cirros se mueven de región occidental durante todo el año, con algunas excepciones durante la estación de los huracanes.

Pero quizás si el hecho más interesante consiste en que de 21 observaciones realizadas a los 3 km., tan sólo aparece una corriente del NNE el día 1°; una del S el día 9 y una del E el día 27; todas las demás, a este nivel, lo fueron de región occidental.

A los 4 km. encontramos una corriente del N el día 1° y una del S el día 7, y en todos los otros niveles altos las corrientes han procedido del W. Con respecto a la corriente del NNE a los 3 km. del día 1° y del N a los 4 km., el mapa del tiempo ese día señala un anticiclón energético—781 mm.—sobre Kansas penetrando sus isobaras sobre la porción NW del Golfo, y una baja relativa en la parte central del mismo.

El mapa del día 9 ofrece un centro de bajas de 754 mm. en el Golfo de Campeche y un anticiclón de 768 mm. al SW de las Bermudas, explicando así la corriente del S a los 3 km.

Con respecto a la corriente del S el día 7 a los 4 km., diremos que el mapa de este día señala un débil anticiclón de 766 mm. al E de la Península de la Florida, bajas presiones en el Continente, con dos centros, uno de 738 mm. sobre Colorado y otro en la porción central del N de Méjico.

El día 27 se caracteriza el mapa del tiempo por un anticiclón de 775 mm. sobre las Dakotas con sus isobaras de alta extendidas por todo el continente y penetrando hasta las aguas septentrionales de las Bahamas, y un centro de 757 mm. en la porción occidental del Golfo de Méjico, cuyas isobaras penetran en el Caribe. Esta disposición de los centros de alta y de baja presión explica satisfactoriamente la corriente del E registrada al nivel de los 3 km.

Como puede verse en el gráfico-resumen de la corriente superior—10 km.—correspondiente a este mes, su dirección es tan regular que entre la más septentrional y la más meridional la diferencia obtiene un valor no mayor de 6 cuartas ($67^{\circ} 30'$).

MARZO

Las corrientes altas en este mes, como en el anterior, están caracterizadas por su normalidad. Sin embargo los cielos no fueron nada limpios (nos referimos a la nubosidad en niveles inferiores, que nos hace perder el globo antes de alcanzar los altos niveles) a la hora de observación—1200 GCT—y así tenemos que tan sólo se obtuvieron 14 observaciones en los niveles de 8 y 9 km., y

11 a los 10. Todas las corrientes a esos tres niveles fueron de región occidental, y las del nivel superior—10 km.—como puede verse en el gráfico correspondiente, acusan una regularidad muy marcada tanto en frecuencia como en dirección.

Desde los 3 km. en adelante, puede decirse que todas las corrientes fueron de región occidental, encontrándose a dicho nivel una del NE el día 4; una del ESE el día 14, y una del ENE el día 20.

El mapa del tiempo el día 4 explica la corriente del NE a los 3 km. por la presencia de un anticiclón de 774 mm. al W de Bermudas, con sus isobaras límites penetrando en el Golfo hasta la Península de Yucatán, y un centro de bajas de 758 mm. sobre Tamaulipas y Nuevo León.

La corriente del ESE a este nivel el día 14, de tan sólo 3 m.p.s., se explica por la presencia de un centro de 755 mm. en la costa de las Carolinas, con una prolongación al SE sobre la mitad oriental del Golfo de México donde se reúne con otro centro de bajas menos intensas sobre Quintana Roo y Guatemala, y un área de altas relativas del orden de 760 mm. entre las Bermudas y Puerto Rico.

En cuanto a las corrientes del ENE el día 20 a los 3 km., el mapa del tiempo nos señala ese día un centro ciclónico del orden de 748 mm. sobre el estado de Illinois con sus isobaras llegando al S hasta la Florida y desde ahí al SE sobre el Caribe, y el anticiclón del Atlántico penetrando hasta el Saco de Charleston y mitad septentrional de las Bahamas. La corriente oriental provocada por la disposición de ambos centros este día da lugar a que a 4 km. se registre una corriente del SE, única de la región oriental— $0^{\circ}/180^{\circ}$ —registrada a ese nivel en todo el mes.

ABRIL

Como en los dos meses anteriores, la nubosidad a la hora de la observación, no permitió más que 12 observaciones a los 8 km., 11 a los 9 y 7 a los 10. El gráfico-resumen de este último nivel demuestra la normalidad de la corriente superior.

De 21 observaciones a 3 km., tan sólo 6 no lo fueron de la región occidental, y así tenemos que los días 8, 21 y 22, se observaron corrientes del S; los días 20 y 29 del ESE, y el día 23 del SSE. 19 observaciones se realizaron a los 4 km. y con excepción de una corriente del ESE el día 20 y una del SE el día 21, las 17 restantes lo fueron de región occidental.

La corriente del S a los 3 km. el día 8 encuentra su explicación en el mapa del tiempo de esta fecha que nos muestra un centro de 752 mm. sobre Tennessee con sus isobaras extendidas al S sobre la mitad occidental del Golfo de Méjico, un secundario de 756 mm. en el Golfo de Campeche y el anticiclón del Atlántico penetrando hasta los dos tercios orientales de Cuba, la Florida y la costa del Atlántico.

La corriente del ESE del día 20 a los 3 y 4 km. se explica asimismo por el anticiclón del Atlántico penetrando por la Península y Estrecho de la Florida hasta cubrir el extremo NE del Golfo, y desde ahí hasta el N reuniéndose con un centro de 767 mm. sobre Ohio y otro de 771 mm. situado al N de la región de los Grandes Lagos. Bajas presiones cubren la porción occidental del Valle del Mississippi, con sus isobaras límites extendiéndose al Sur sobre el resto del Golfo, y al SE sobre el Mar Caribe. Las corrientes del Sur de los días 21 y 22 a los 3 km., y la del SE a los 4 km. el día 21, se deben al desplazamiento del anticiclón hacia la zona de las Bermudas, y al de las bajas hacia el Este, con aumento de intensidad éstas últimas, pues el día 21 obtienen un valor de 745 mm., con un secundario de 753 en el extremo occidental del Golfo. Este secundario el día 23 se traslada al NW de la península de Yucatán, mientras que el anticiclón del Atlántico lo hace al SE de las Bermudas.

El día 23 el anticiclón del Atlántico aumenta ligeramente de intensidad, pero continúa el dominio de las bajas presiones en la porción central de los Estados Unidos, con dos centros de 746, uno sobre Kansas y otro sobre las Dakotas. Las isobaras de este sistema de bajas se extienden al Sur y al SE sobre todo el Golfo y el Mar Caribe.

La corriente del E a los 3 km. del día 29 se explica por el centro de bajas de 748 mm. sobre Kansas, con un

secundario de 751 mm. en Tamaulipas, extendidas las bajas presiones sobre el Golfo y al SE sobre las Bahamas, Antillas y el Mar Caribe. Un anticiclón de 765 mm. aparece situado al SW de las Bermudas, con sus isobaras límites en el Saco de Charleston, e inclinadas al ESE desde el extremo meridional de la península de la Florida.

Las corrientes observadas al nivel superior—10 km—durante los cuatro meses a que nos estamos refiriendo, se descomponen así:

<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>
N.....2	WSW...5	SW.....1	WSW....1
NNE....1	W.....3	WSW....2	W.....1
NE.....3	WNW...2	W.....2	WNW....1
E.....1	NW.....1	NW.....1	NW.....2
SE.....2			NNW....2
SSE....2			
SW.....3			
WSW...1			
W.....2			
WNW...1			
NW.....2			
NNW...1			
Calmas...1			

OBSERVACIONES AEROLOGICAS

E. N. E. R. O 1 9 3 7

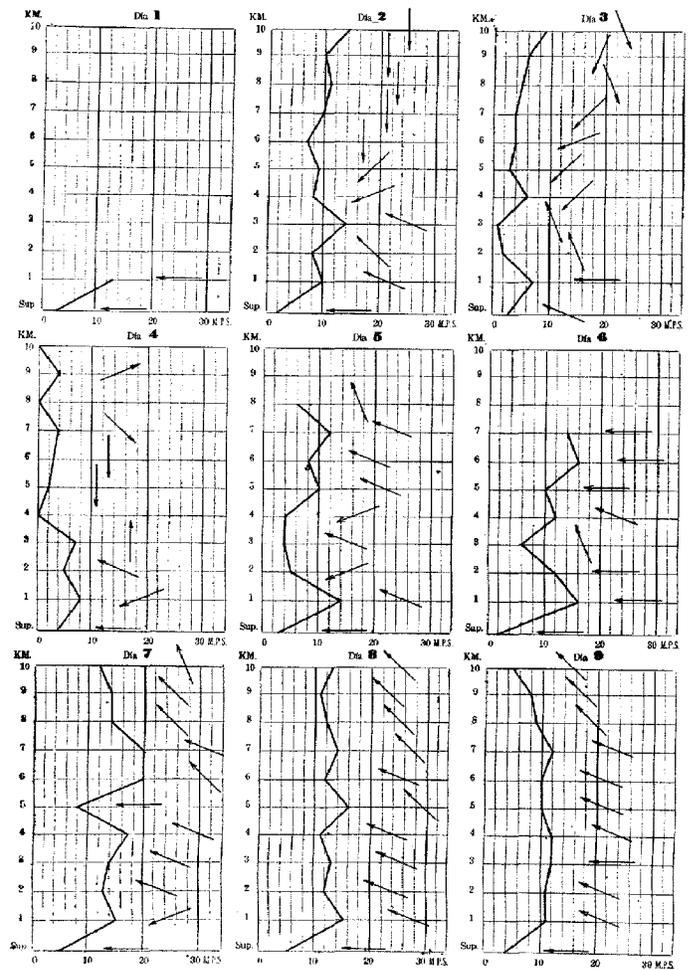
Alturas en Kilómetros
Velocidad en mps.

Hora de Observación
1200 GCT

Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo
1	E	3 E	13	8 ESE	14 ENE	8 NE	9 N	7 N	10 N	11 N	10 N	S-Car: lts. neblinosos
2	ESE	3 E	7 SSE	2 SSE	1 NE	6 NE	3 ENE	4 NNW	4 NNW	5 NNE	6 NNW	A-A: S-Car:
3	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: S-Car: neblina
4	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: S-Car: neblina ligera
5	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: S-Car: neblina ligera
6	E	2 E	16 E	12 SSE	6 ESE	12 E	16 E	20 SE	14 SE	14 SE	11 SSE	S-Car: Car: Fr: Cu
7	E	5 ENE	13 ESE	13 ESE	13 ESE	17 E	8 SE	20 ESE	14 SE	14 SE	11 SSE	Car: Fr: Cu del E: neblina
8	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	S-Car: Car: Fr: Cu rizados
9	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
10	ESE	3 E	15 ESE	12 ESE	6 ESE	10 ESE	13 ESE	12 E	8 NE	8 NE	6 NNE	Car: lts. neblinosos
11	NE	7 ENE	13 SE	6 E	11 ESE	7 NE	8 NE	9 NE	6 N	4 NE	6	Fr: Cu del E: NE: rizados
12	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	S-Car: Car: lts. neblinosos
13	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
14	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
15	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
16	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
17	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
18	ESE	3 ESE	7 SSE	11 SSE	6 SE	9 ESE	9 ESE	10 ENE	10 ENE	21 NE	23 NE	S-Car: S-Car: lts. neblinosos
19	ESE	3 ESE	7 SSE	11 SSE	6 SE	9 ESE	9 ESE	10 ENE	10 ENE	21 NE	23 NE	Car: lts. neblinosos
20	ESE	3 ESE	7 SSE	11 SSE	6 SE	9 ESE	9 ESE	10 ENE	10 ENE	21 NE	23 NE	Car: lts. neblinosos
21	E	6 E	14 ESE	14 ESE	14 ESE	19 SE	21 SE	21 SE	25	25	20 NNW	Car: lts. neblinosos
22	ESE	4 SE	10 SSE	10 SSE	13 ESE	19 SE	21 SE	21 SE	25	25	20 NNW	Car: lts. neblinosos
23	ESE	3 SSE	10 SSE	10 SSE	13 ESE	19 SE	21 SE	21 SE	25	25	20 NNW	S-Car: S-Car: lts. neblinosos
24	E	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Car: lts. neblinosos
25	SE	3 SE	7 SSE	11 SSE	6 SE	9 ESE	9 ESE	10 ENE	10 ENE	21 NE	23 NE	Car: Fr: Car: neblina ligera
26	SE	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	Fr: Car: S-Car: Fr: S-Car: Cu
27	S	2 SE	5 S	3 SSE	3 NW	2 SW	3 SSE	3 SSE	16 SSE	16 SSE	15 SW	S-Car: Car: lts. neblinosos
28	SE	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	U: A: S del SW: lts. neblinosos
29	ESE	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	U: A: S del SW: lts. neblinosos
30	ESE	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	U: A: S del SW: lts. neblinosos
31	ESE	3 ESE	11 ENE	5 ESE	4 ENE	4 ENE	10 ESE	9 ESE	12 SSE	12 SSE	4 Calma	S-Car: Car: lts. neblinosos

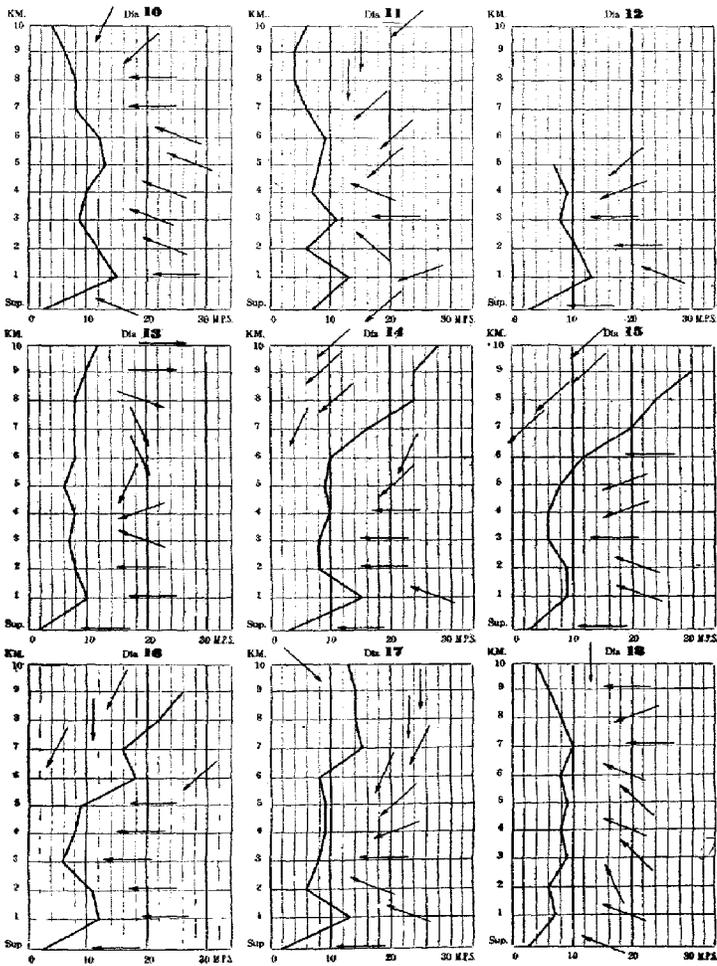
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

ENERO 1937



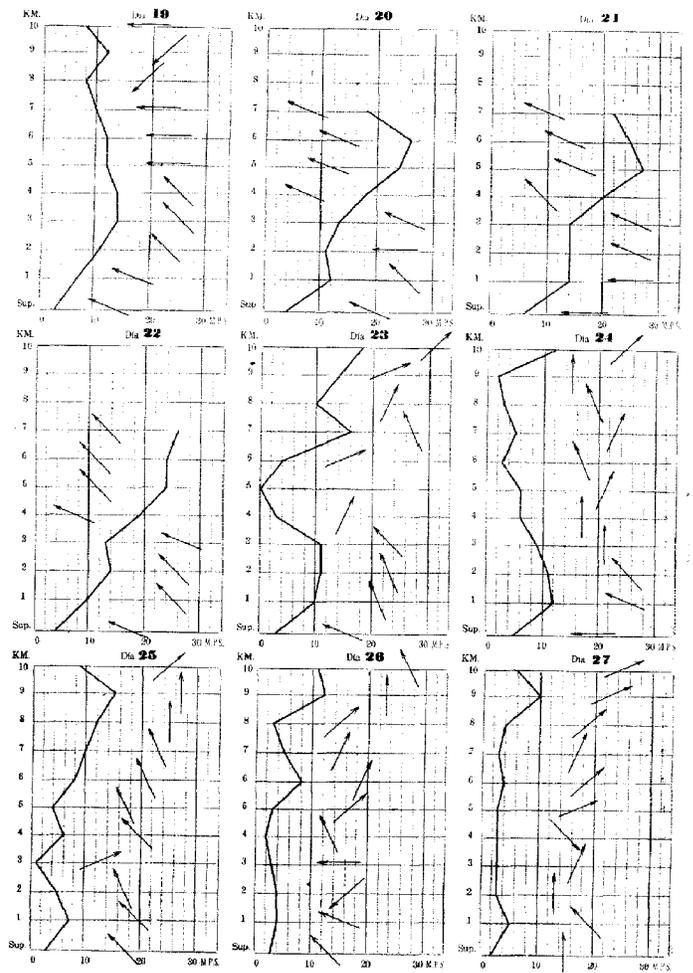
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

ENERO 1937

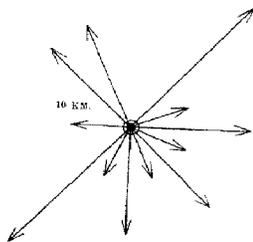
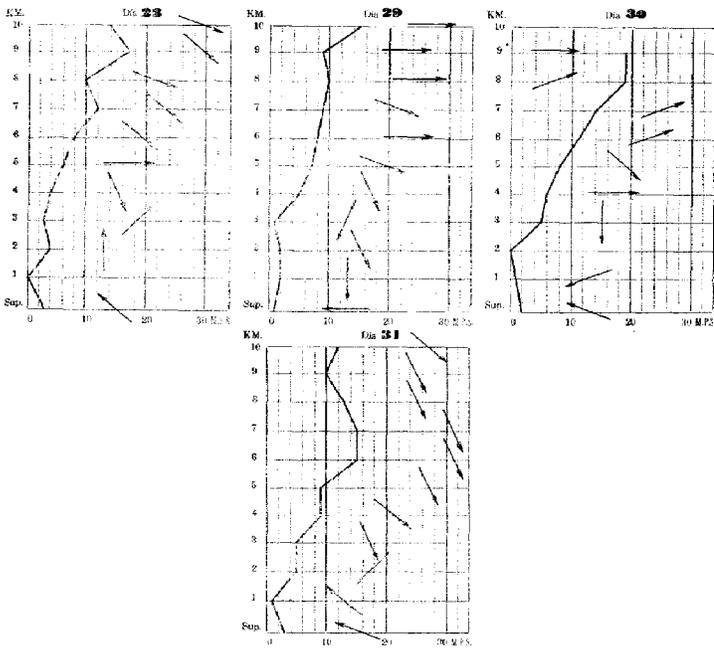


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

ENERO 1937



OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
ENERO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

FEBRERO 1937

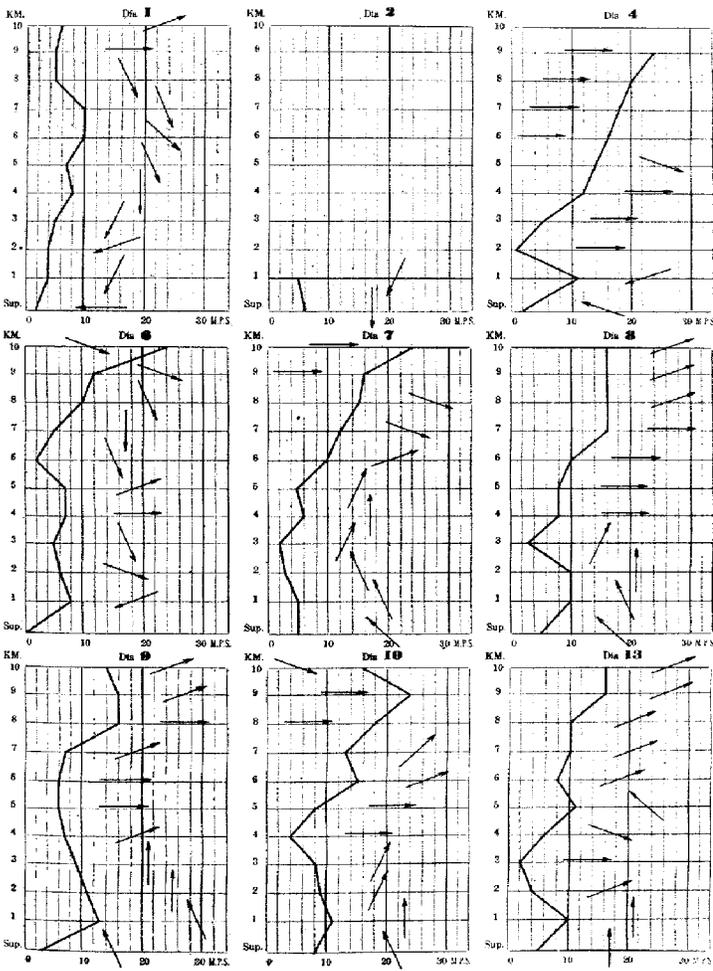
Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.

Hora de Observación
1200 GMT

Día	Superf.	1 km.	2 km.	3 km.	4 km.	5 km.	6 km.	7 km.	8 km.	9 km.	10 km.	Estado del Cielo
1	E	2NNE	4NNE	5N	8NNW	7NW	10NNW	10NNW	10NNW	5W	5WSW	6
2	N	6NNE	5									Cl: his. neblinosos S-Car: Car: Fr: Car: his. lluviosos
3	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
4	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
5	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
6	Clama	1ENE	8WNW	6NSW	5W	7WSW	7NNW	2N	5NNW	10NNW	12W	Fr: Car: his. neblinosos
7	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
8	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
9	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
10	E	ENE	1W	1W	5W	12W	14W	16W	18W	20W	24	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
11	N	SE	9									Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
12	S	SW	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
13	S	SW	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
14	S	SW	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
15	S	SW	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
16	SW	4W	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
17	SW	4W	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
18	SW	4W	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
19	SW	4W	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
20	SW	4W	4W	4W	2WNW	6SW	11WSW	8WSW	10WSW	10WSW	16WSW	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
21	S	SE	11S	10SW	8WSW	8SW	10SSW	16SSW	15SSW	16WSW	28	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
22	N	10ESE	11W	6WNW	8WSW	14W	18WSW	21WSW	24			Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
23	NE	3ESE	2W	3W	3WSW	15W	12W	18W	13			Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
24	NE	3ESE	2W	3W	3WSW	15W	12W	18W	13			Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
25	NE	3ESE	2W	3W	3WSW	15W	12W	18W	13			Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
26	ENE	2NEP	3W	5W	8WNW	14WNW	17WNW	20WSW	22W	16W	18	Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
27	NE	7NW	10WSW	8W	11WSW	21WSW	21					Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N
28	S											Cl: his. neblinosos Car: his. neblinosos Fr: Car: Fr: N

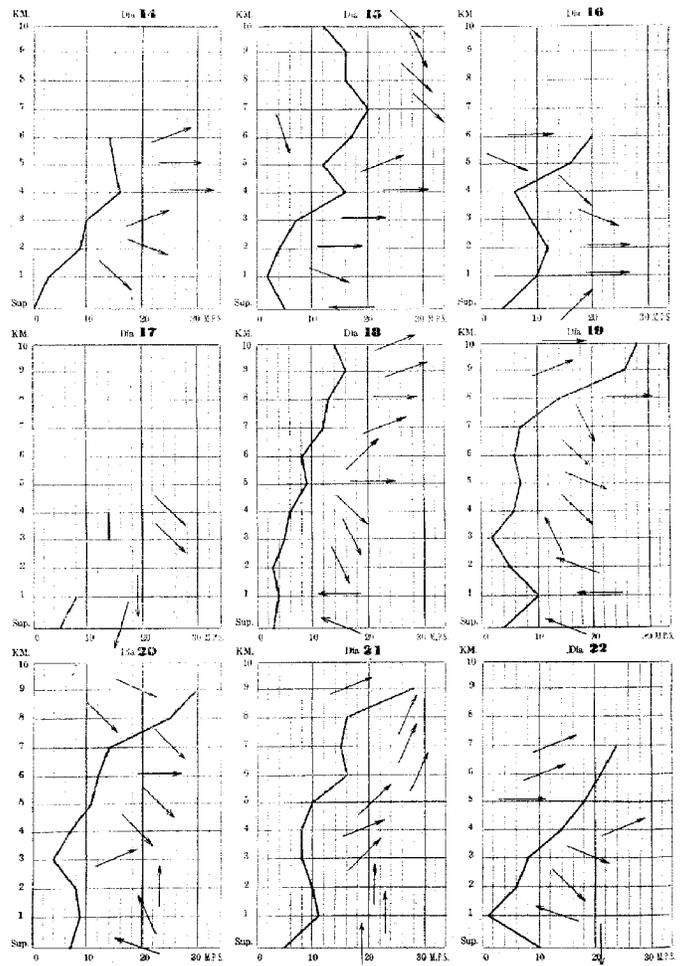
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

F E R R E R O 1 9 3 7

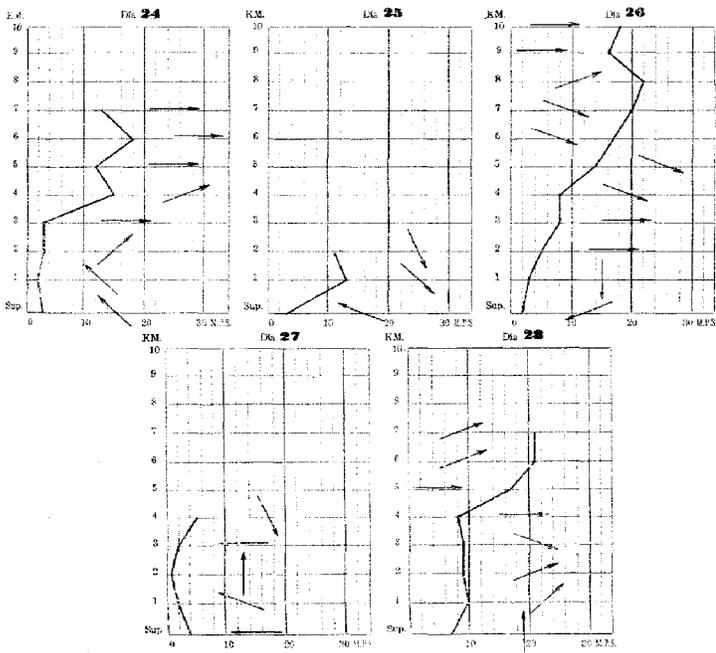


OBSERVACIONES AEROLOGICAS

FEBRERO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS
FEBRERO 1937



Observaciones Aerológicas

Marzo 1937

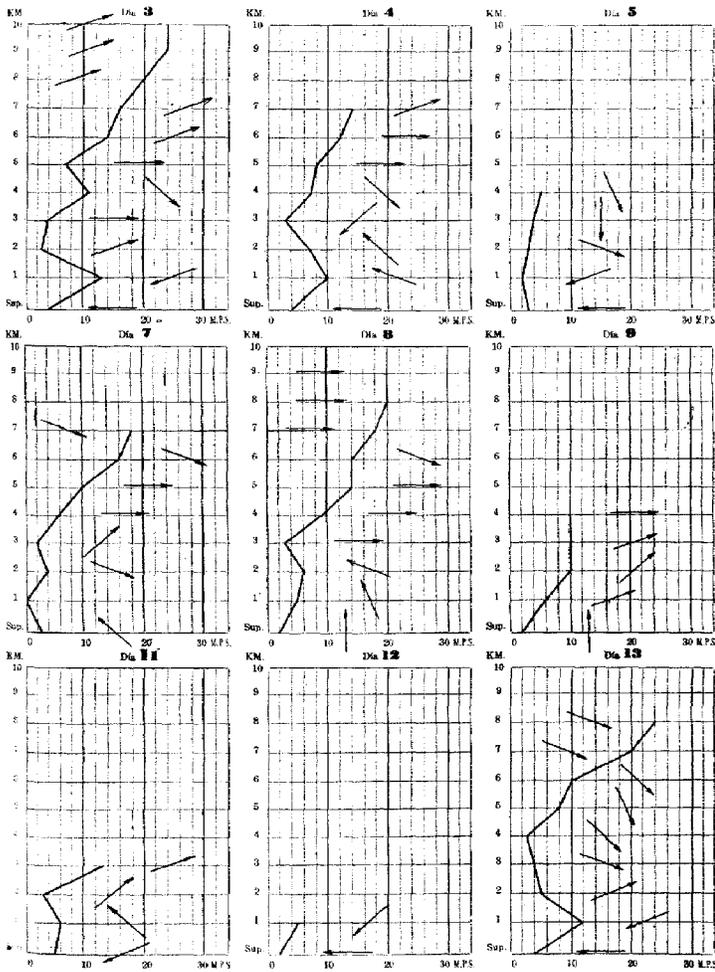
Hora de Observación
1200 GCT

Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.

Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo
1	SE 10											Capo de AS y A. Cu.; Fr-N-N; NNW
2	E 15	ENE 13	WSW 3	W 1	4 NW	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE
3	E 4	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
4	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
5	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
6	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
7	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
8	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
9	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
10	S 5	SSE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
11	E 5	ENE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
12	E 5	ENE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
13	E 5	ENE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
14	E 5	ENE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
15	SSE 2	SSW 3	WSW 3	SW 3	6 NW	7	8 NW	14 NW	16 WNW	18 WNW	22 NW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
16	SE 2	ENE 4	WSW 4	SW 4	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
17	SE 2	ENE 4	WSW 4	SW 4	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
18	SE 2	ENE 4	WSW 4	SW 4	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
19	SE 2	ENE 4	WSW 4	SW 4	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
20	SE 2	ENE 4	WSW 4	SW 4	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
21	ENE 2	E 5	WSW 5	SW 5	3 NW	2 SW	1 SW	8 SW	8 WSW	9 WSW	12 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
22	ENE 2	E 5	WSW 5	SW 5	3 NW	2 SW	1 SW	8 SW	8 WSW	9 WSW	12 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
23	SSE 5	SSE 6	WSW 6	SW 6	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
24	SE 5	SSE 6	WSW 6	SW 6	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
25	E 3	ESE 2	WSW 2	NE 1	11 W	7 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	24	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
26	SSE 2	SSW 3	WSW 3	SW 3	6 NW	7	8 NW	14 NW	16 WNW	18 WNW	22 NW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
27	SSE 2	SSW 3	WSW 3	SW 3	6 NW	7	8 NW	14 NW	16 WNW	18 WNW	22 NW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
28	SSE 2	SSW 3	WSW 3	SW 3	6 NW	7	8 NW	14 NW	16 WNW	18 WNW	22 NW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
29	NNE 5	ENE 6	WSW 6	SW 6	10 WSW	10 W	10 WSW	14 WSW	16 WSW	20 WSW	24 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
30	SE 6	SSE 7	WSW 7	SW 7	11 WNW	9 NW	9 NW	15 W	11 WSW	16 WSW	20 WSW	CS; Fr-Cu del NNE; bis; neblinosos
31	S 11											Capo nubosa; Moviendo

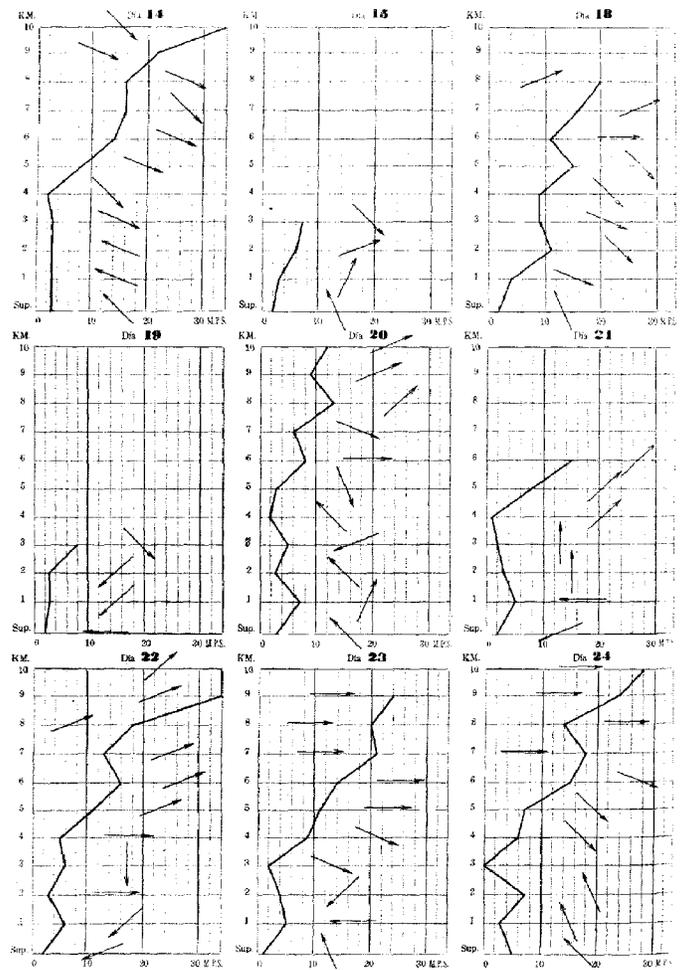
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

MARZO 1937

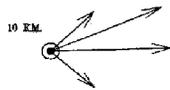
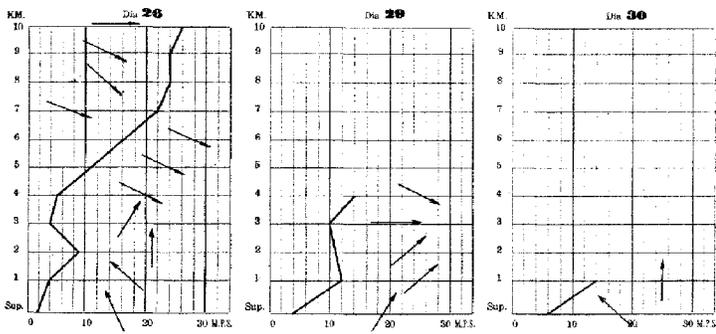


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

MARZO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS
MARZO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

Hora de Observación
1200 GMT

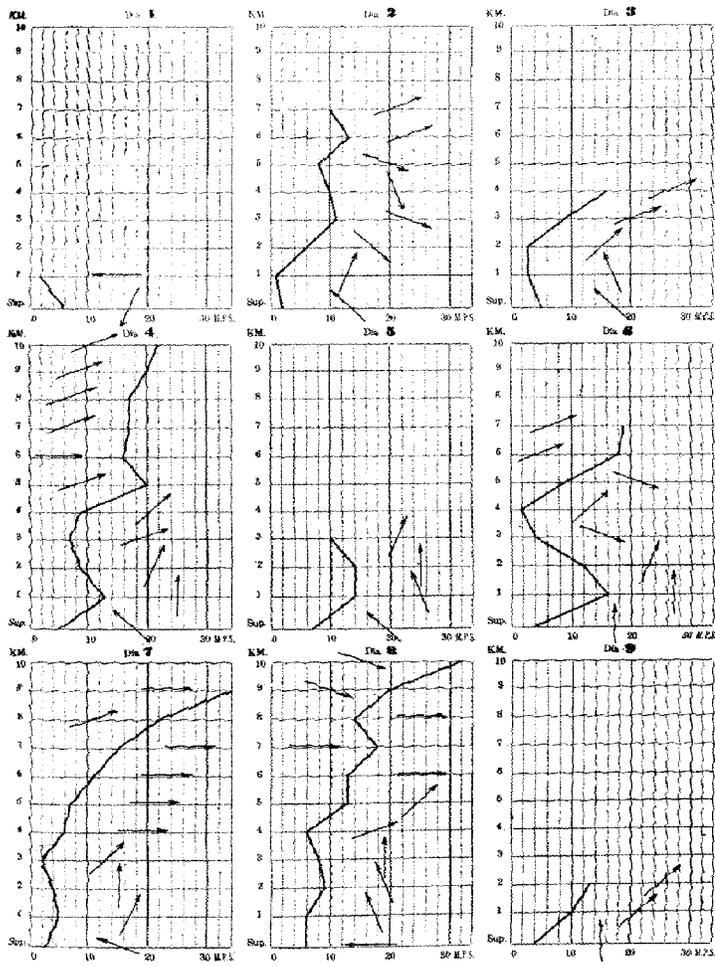
ABRIL 1937

Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.

Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo	
1	NNE	6 E	1 NW	6 NNW	11 NNW	10 WNW	8 WSW	13 WSW	10			S: Cu del WSW; Fr: Cu; lris, neblin.	
2	SE	2 SSE	1 NW	6 NNW	11 NNW	10 WNW	8 WSW	13 WSW	10			A: Cu; S: cu; del W; Cu.	
3	SE	5 E	13 SSE	9 WSW	7 SW	5 WSW	20 W	16 WSW	17 WSW	17 WSW	20 WSW	22	Cl: S: Cu; Fr: Cu; lris, neblinosos
4	SE	7 SSE	14 S	14 SSE	10							Cl: GS del WSW normales; Cu	
5	SE	15 SSE	16 SW	13 WSW	4 SW	2 NNW	9 WSW	10 WSW	19 WSW	22 W	34	Cl: GS; Cu; Fr: Cu	
6	SE	3 SSE	6 SSE	9 S	8 WSW	6 SW	13 W	13 W	18 W	14 WNW	20 WNW	32	A: Cu; S: cu; del W; Cu.
7	SE	4 SW	10 SW	13								Cl: GS; Cu; Fr: Cu	
8	SE	2 SSE	11 N	11 W	10 NNW	11 WNW	20 NNW	17 WNW	20 W	21		A: Cu; S: cu; del W; Cu.	
9	SE	4 SSE	3 N	4 WNW	6 SW	9 WSW	17	20 WSW	24			Cl: GS del W; A: Cu; Cu.	
10	NNE	1										Cl: GS del W; A: Cu; Cu.	
11	ESE	9										Cl: GS; Cu; Fr: Cu	
12	E	2 SSE	11 N	11 W	10 NNW	11 WNW	20 NNW	17 WNW	20 W	21		Capa de S: Cu; Cu; Fr: Cu; Fr: N	
13	E	4 SSE	3 N	4 WNW	6 SW	9 WSW	17	20 WSW	24			S: Cu; Fr: Cu; Fr: N del NNE	
14	E	5 E										Cu; Fr: Cu; lris, neblinosos.	
15	ESE	2										Cl: GS; A: Cu; S: cu; del W; rápidos	
16	SSE	2 NW	6 WSW	4 WNW	6 W	12 W	9 W	14 W	18 W	28		A: Cu; S: cu; del WSW	
17	NNW	2										Capa de GS; A: S; A: Cu; S: Cu.	
18	E	1										Cu; Fr: Cu; del NE	
19	ESE	1 NNE	4 ESE	6 ESE	3 SSE	3 SW	5 W	10 WNW	7 NW	12		Cl: GS; Fr: Cu; del NE	
20	ESE	5										Cl: GS; A: Cu; S: cu; del W	
21	E	3 S	8 SSW	10 S	6 SE	4 S	6 SW	6 NNW	5 NNW	7 NNW	5	A: Cu del S; S: Cu del SSW;	
22	E	3 E	3 SSE	4 S	3 SW	3 SW	7 WNW	6 WNW	10 W	11 NNW	18	Cl: GS del W;	
23	SSE	3 SSE	6 SSE	5 SW	5 SW	4 NNW	10 WSW	11 WSW	16 W	19 W	16	Cl: GS; S: Cu del W lentos.	
24	SSE	4 SSE	8 SSE	6 SW	5 NNW	4 NNW	6 WNW	6 WNW	20 NNW	22 NNW	16	Cl: GS del N; S: W normales.	
25	S	5										Cl: GS del NW normales	
26	N	4	3 SSE	3 W	3 WSW	9	16 WNW	23 WNW	22	20 NNW	23	S: Cu del W; Fr: Cu; Fr: N; Cu; N al N	
27	P	7 SSE	8 SSE	5 NW	3 NW	3 NW	12 NNW	18 NNW	14 NW	20 NW	20 NNW	24	Cl: S; S: cu; del W; Cu del N
28	SSE	4 SSE	9 SE	4 N	9 N	11 N	14 NNW	20 NNW	22	20 NNW	23	Cl: S; S: cu; del W; Cu del N	
29	SE	1 SSE	3 N	5 N	11 N	11 N	14 NNW	20 NNW	22	20 NNW	23	Cl: S; S: cu; del W; Cu del N	
30	SE	1 SSE	4 SSE	3 N	5 N	11 N	14 NNW	20 NNW	22	20 NNW	23	Cl: S; S: cu; del W; Cu del N	

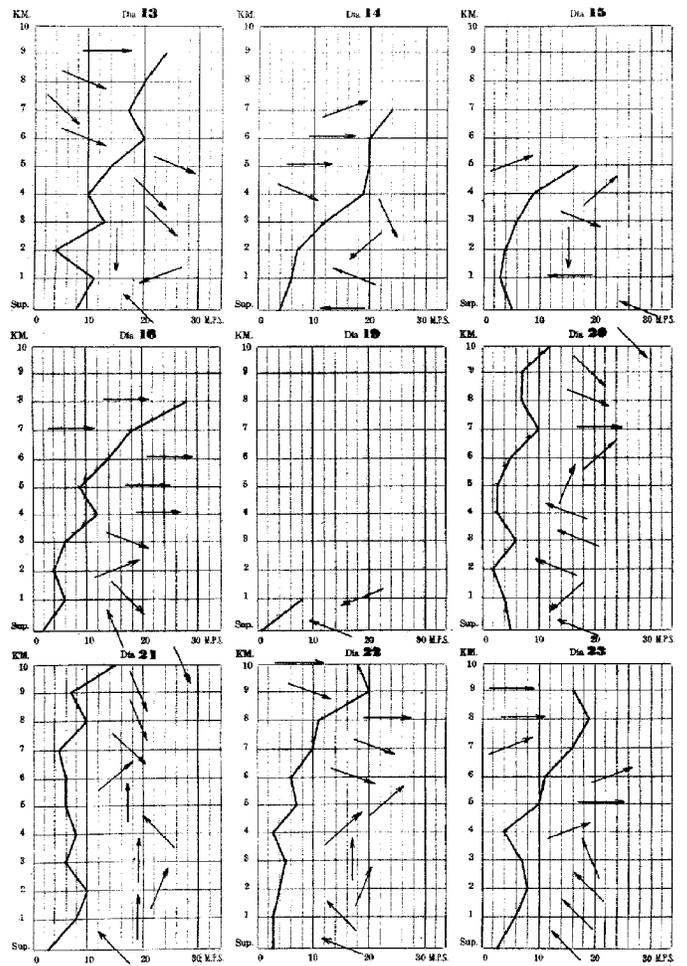
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

ABRIL 1937

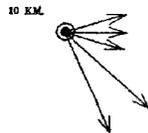
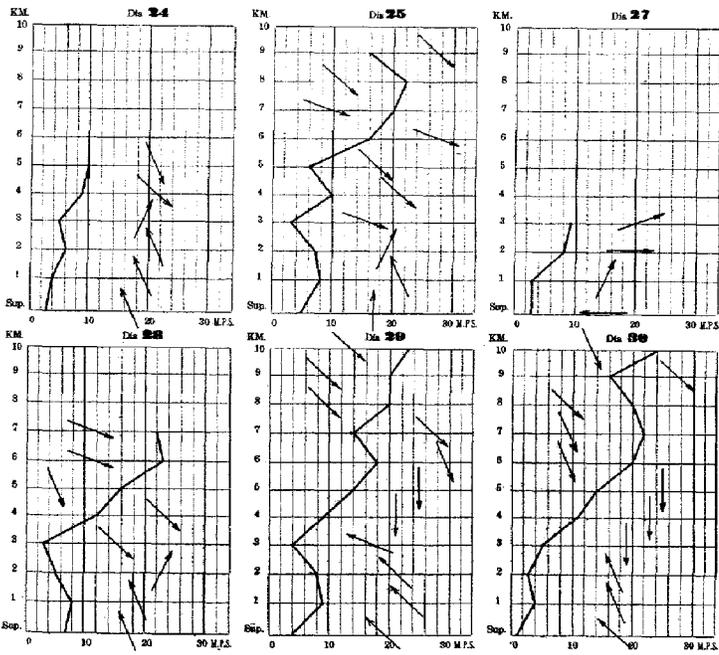


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

ABRIL 1937



OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
ABRIL 1937



ESTADO GENERAL DEL TIEMPO EN LA HABANA
EN EL PRIMER CUATRIMESTRE
DEL AÑO 1937

ENERO

La presión atmosférica oscila durante el mes entre una máxima de 767.9 mm. y una mínima de 760.4 mm. La media mensual, que dió el valor de 763.6 mm. es ligeramente inferior a la normal. La temperatura se mantuvo alta, y la media del mes, 23.8 Centígrados, es superior en dos grados y medio a la que corresponde. Enero fué, pues, un mes caluroso para la época. La temperatura máxima llegó a 31.4 y la mínima no bajó de 18.8, notable por lo alta que es. La tensión media del vapor de agua en la atmósfera fué de 17.5 mm., y la humedad relativa media de 81%; ambos valores muy altos para la época. El viento predominante fué del Este y la velocidad media de 4.2 metros por segundo. Apenas llovió, ya que el total registrado fué de 1.1 mm. La máxima velocidad del viento ocurrió el día 6, siendo del Nordeste, 15.7 m.p.s., por brisotazo.

FEBRERO

Durante este mes bajó algo la presión atmosférica, arrojando las observaciones barométricas una media mensual de 762.8 mm, que es inferior a la normal en $\frac{1}{2}$ mm, estando comprendida entre una máxima de 766.2 mm. y una mínima de 759.3 mm. La temperatura permaneció alta, aunque no tanto como en enero; obteniendo la media el valor de 23.0 grados, que es grado y medio más alto que el valor normal. La máxima fué de 32.0 y la mínima de 14.2; esta última más propia del invierno que

la mínima de enero, y que es la más baja del cuatrimestre. La media de la tensión del vapor de agua fué de 16.0 mm. y la humedad relativa media de 77%; ambos valores superiores a la normal. Predominó el viento del E $\frac{1}{4}$ SE, con una velocidad media de 4.4 metros por segundo. La lluvia fué casi el doble de la que debe caer, registrándose 90.5 mm. La máxima velocidad del viento, Noroeste 17.0 m.p.s., se registró el día 10, por alta intensa al Noroeste.

MARZO

La presión barométrica se mantuvo algo baja, como en febrero, dando la media el valor de 761.6 mm. que es un poco más de un milímetro, inferior a la correspondiente, oscilando los valores extremos entre 768.2 mm. y 756.8 mm. La temperatura resultó todavía un poco elevada, siendo la media de 23.3 grados, como medio grado más alta que la normal para la época. La máxima registrada fué de 31.7; y la mínima de 16.2 es un valor algo elevado para el mes. La media de la tensión del vapor de agua fué de 16.6 mm.; y la humedad relativa media obtuvo el valor de 79%. Continúan, pues, altos estos dos elementos, como en los meses anteriores. El viento predominante resultó del ENE, con una velocidad media de 4.6 metros por segundo. El total de lluvia que se registró fué de 110.0 mm., más del doble de la lluvia de un marzo normal. El viento más fuerte se registró el día 30, siendo del Sur, 22.4 m.p.s., reconociendo por causa una *golfana* en la porción Sudeste del Golfo de Méjico.

ABRIL

El barómetro mostró durante el mes algunas subidas y bajadas, oscilando entre los valores extremos de 768.0 mm. y 756.7 mm.; pero la media dió exactamente el valor que corresponde a la normal del mes, es decir, 761.9 mm. La temperatura, sin embargo, se mantiene alta, lo mismo que en los tres meses anteriores; siendo la media mensual de 24.5 grados, superior en medio grado al valor normal. La máxima fué de 33.5 y la mínima de 16.9. La

máxima es algo notable por ser bastante alta para la época. La tensión del vapor de agua dió una media de 17.2 mm. y la humedad relativa el valor de 76%; las dos cantidades representando valores superiores a los normales del mes. En el cuatrimestre ha prevalecido también esta característica. El viento predominante fué del Este, con una velocidad media de 4.3 metros por segundo. La lluvia fué escasa, de 30.6 mm., un poco más de la mitad del valor normal. La máxima velocidad del viento se registró en dos días, y fué de 16.1 m.p.s.; la primera vez el día 9, del Sursuroeste, por bajas presiones en los Estados del Atlántico; y del Nordeste, el 13, como brisotazo.

J. C. M.

**ALGUNOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS
INTERESANTES EN EL PRIMER CUATRIMESTRE
DEL AÑO 1937**

2 DE FEBRERO:

Anticiclón de 781 mm. sobre Iowa, con prolongación hasta el Golfo de Campeche. Nos da un "Norte".

11 DE FEBRERO:

Anticiclón de 776 mm. sobre la Luisiana, extendido hasta Yucatán. Nos da un "Norte".

13 DE FEBRERO:

Rápido desarrollo de una débil depresión en la porción oriental del Golfo de Méjico.

28 DE FEBRERO:

Rápida traslación de una depresión desde el extremo occidental del Golfo de Méjico al Saco de Charleston, en donde tiene 754 mm. Le sigue un "Norte", con anticiclón de 772 mm. sobre la Luisiana, el día 1° de marzo.

12 DE MARZO:

Débil depresión sobre las Bahamas orientales, que se moverá al Nordeste. El 13, al N. de Islas Turcas; el 14, a unas 400 millas al NE. de dichas islas; el 15, a unas 400 millas al S. de las Bermudas.

27 DE MARZO:

Débil depresión sobre la parte Sur de la Florida. Contribuye a un "Norte", existiendo altas presiones al Noroeste.

29 DE MARZO:

Depresión en el extremo Suroeste del Golfo de Méjico. El 30, a unas 200 millas al Noroeste de Progreso; por la noche de ese día a 250 millas al Noroeste de La Habana, el 31, en el Saco de Charleston; el 1° de abril, a unas 250 millas al Nordeste de las Bermudas, con una presión central de 742 mm. Da lugar a un "Norte" el 31, en combinación con un anticiclón de 770 mm. sobre Tejas.

J. C. M.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
ENERO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS							Lluvia mm.
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad relativa	Viento pre- dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento		
	700	Cent.	mm.	%		m/s.	700	700	Cent.	Cent.		m/s.	mm.	
1	63.1	23.3	17.4	83	ENE	4.7	65.0	61.7	27.1	19.9	NE	11.3		
2	62.2	23.6	18.0	84	E	4.0	64.1	60.4	29.2	20.2	NE	10.7		
3	62.0	23.6	18.4	86	ENE	3.0	63.4	61.0	28.5	19.5	N	8.9		
4	62.4	23.5	17.2	81	E	4.5	63.7	60.9	28.7	20.1	NE	13.0		
5	63.9	23.7	17.9	83	ENE	4.5	65.3	62.7	29.6	19.2	NE	13.4		
6	65.0	23.2	16.9	81	ENE	5.3	66.6	63.5	27.0	20.3	NE	15.7		
7	64.6	23.3	15.6	75	E	5.6	66.0	63.0	27.1	19.3	ENE	15.2		
8	64.5	23.4	17.0	81	E	5.2	66.0	62.7	28.3	19.7	NE	15.2		
9	65.4	23.1	17.6	83	ENE	5.4	66.8	63.7	27.7	20.1	NE	15.2		
10	66.2	23.1	16.6	79		5.2	67.9	64.9	27.1	20.0	NE	14.3		
11	64.6	23.6	17.5	81	NE	6.1	66.5	63.2	26.9	19.5	NE	15.2	0.8	
12	62.9	23.0	18.3	84	ENE	4.9	64.2	61.3	27.7	20.7	ENE	14.3		
13	63.2	23.6	17.4	82	E	4.8	64.6	62.0	28.0	20.2	NE	13.4		
14	63.8	21.0	18.6	85	E	3.1	65.3	62.0	28.7	20.2	NE	12.5	0.3	
15	64.4	24.0	18.5	84	ENE	4.6	65.5	63.0	28.5	19.8	NE	13.4		
16	64.1	24.1	17.7	81	ENE	4.5	65.6	62.4	29.3	21.0	NE	12.5		
17	62.8	24.0	16.3	76	ESE	3.7	64.0	61.0	30.9	19.1	ENE	11.2		
18	65.1	23.9	16.8	77	E	4.1	64.8	61.8	31.0	19.2	NE	11.6		
19	64.3	24.0	18.3	83	ENE	4.1	66.0	62.8	29.1	19.4	NE	12.1		
20	64.6	23.7	17.6	82	ENE	5.2	66.0	63.1	28.2	20.1	NE	14.3		
21	63.0	23.9	16.4	76	E	5.3	65.1	61.2	28.9	20.5	NE	11.3		
22	61.7	24.1	15.1	80	E	4.2	63.1	60.5	29.9	20.2	ESE	11.6		
23	62.2	23.3	17.7	84	E	3.9	63.8	60.8	28.8	18.8	NE	9.8		
24	63.1	25.0	17.4	76	ENE	3.6	64.1	62.0	31.0	20.7	SE	12.1		
25	63.7	24.7	18.5	81	ESE	3.4	65.3	62.1	31.4	21.0	NE	9.8		
26	63.0	24.0	18.2	83	E	3.1	64.4	61.3	29.5	20.2	NE	8.5		
27	63.1	23.8	18.2	84	ENE	2.4	65.1	61.9	28.3	19.1	N	8.9		
28	64.1	24.2	17.1	77	ESE	2.1	65.3	62.8	30.7	19.2	N	7.6		
29	64.1	23.8	17.2	80		2.3	65.0	62.8	27.9	19.6	NNE	7.2		
30	63.3	24.0	17.5	80	E	3.0	64.8	62.1	29.3	20.0	NNE	9.8		
31	63.3	24.0	17.9	81	E	3.3	64.7	61.9	28.0	20.2	NE	9.4		
Prom.	63.6	23.8	17.5	81	E	4.2	65.1	62.1	28.8	19.9	Total de lluvia	1.1		

Mario Rodríguez

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
FEBRERO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						mm.	Libras
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad relativa	Viento pre-dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento		
	700 +	Cent	mm.	%		m/s	700 +	700 +	Cent	Cent		m/s.		
1	64.3	24.0	17.7	81	ENE	3.0	65.4	63.1	28.3	20.2	N	8.1		
2	64.1	23.9	17.5	80	NNE	5.3	65.1	62.9	27.0	21.2	NNE	12.1	1.8	
3	65.0	23.1	15.1	73	ENE	5.3	66.2	63.5	26.5	19.9	NE	12.5	1.1	
4	64.3	23.4	14.8	71	ESE	4.3	66.1	62.3	30.0	18.2	ESE	10.7	10.7	
5	65.1	20.9	13.3	73	NNE	5.8	64.0	62.2	24.0	17.7	N	14.3		
6	63.3	19.8	11.8	69	ESE	3.8	65.3	62.2	25.5	14.2	NE	13.4		
7	63.3	21.4	13.0	70	ESE	4.0	61.9	61.6	28.4	16.2	NE	10.3		
8	62.1	23.7	15.9	74	SE	4.2	63.5	60.6	30.0	17.0	SE	12.1		
9	61.3	25.2	18.0	77	SSE	4.4	62.5	59.6	30.8	20.4	SSE	12.5		
10	62.0	25.9	19.0	79	SSE	4.6	63.8	60.3	32.0	22.0	NW	17.0		
11	64.0	21.4	17.1	91	NNE	8.4	65.4	62.0	23.0	16.5	NNW	15.2		
12	63.1	23.4	18.0	85	ESE	3.3	64.8	61.9	28.5	20.7	NE	12.5		17.0
13	62.0	24.5	16.7	75			63.0	60.2	30.6	20.1	S	8.9		
14	62.4	23.4	16.8	80	NNE	2.6	63.5	61.0	26.1	20.9	NNW	12.5	14.0	
15	62.0	22.7	15.4	77	E	2.2	63.4	60.9	27.0	18.5	NNW	8.9		
16	61.2	23.9	16.8	77	SSW	5.4	62.1	59.9	28.6	19.1	W	13.9		
17	63.0	20.8	12.5	69	NNE	5.1	64.8	60.9	23.8	17.5	NNE	12.5		
18	64.0	21.3	13.4	73	E	4.0	65.1	62.7	26.7	16.0	NE	12.5		
19	63.1	22.1	14.8	76	E	4.5	64.5	61.7	27.9	17.2	NE	14.8		
20	62.0	24.2	16.1	73	SE	4.5	63.5	60.5	30.1	19.2	SE	13.0		
21	61.5	24.1	16.8	77	SSE	5.2	63.9	60.2	30.5	19.2	S	16.1	2.5	
22	63.8	22.1	15.0	76	NNE	5.7	64.9	61.6	25.4	19.4	N	13.4		
23	63.3	22.6	16.3	81	ENE	3.6	64.7	61.8	27.0	18.4	NE	12.5		
24	61.3	24.2	17.5	79	SE	4.7	63.1	59.4	29.1	20.2	SSW	14.0		14.5
25	61.1	22.2	16.6	84	ESE	3.0	62.8	59.3	26.9	19.2	S	12.5		
26	63.1	23.1	16.5	79	ENE	4.5	64.5	61.4	26.8	18.7	NE	12.1		
27	62.6	23.5	16.5	77	ESE	3.5	64.5	61.1	30.3	19.3	NE	10.7		
28	61.4	24.1	17.7	80	SSW	4.6	62.6	60.3	31.5	19.1	S	12.5	1.1	
Prom.	62.8	23.0	16.0	77	E/SE	4.4	64.2	61.3	28.0	18.9		Total de lluvia	90.5	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
MARZO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS					VALORES EXTREMOS							Lluvia mm.
	Presión en milímetros 700 +	Temperatura Cent	Tensión del vapor de agua mm.	Humedad relativa %	Viento pre- dominante	Velocidad del viento m. s.	Presión máxima 700 +	Presión mínima 700 -	Temperatura máxima Cent.	Temperatura mínima Cent.	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento m. s.	
1	65.0	19.7	12.6	74	N	8.6	66.6	62.3	22.8	17.7	N	13.4	Li
2	66.8	19.5	10.5	63	NNE	8.5	68.2	65.5	21.7	17.4	NNE	16.5	
3	66.8	21.5	12.9	68	ENE	5.3	68.2	65.7	23.4	16.2	NE	16.1	
4	65.3	22.9	17.1	83	---	---	66.8	63.9	27.9	19.0	NE	14.3	
5	62.5	23.8	17.6	82	ENE	3.3	64.4	60.6	28.2	19.5	N	10.3	
6	60.7	23.8	18.0	83	NE	3.2	62.0	59.2	26.9	21.3	NNE	10.3	0.8
7	60.4	24.0	17.7	81	E	2.9	61.6	59.2	27.3	19.8	N	10.7	
8	60.1	24.7	16.8	82	SE	2.6	61.5	58.8	29.8	20.3	SSW	13.9	
9	59.9	23.2	10.1	86	WNW	4.3	61.8	58.7	27.1	19.6	S	15.7	76.2
10	61.0	20.7	15.4	85	NE	5.2	62.6	59.7	22.7	18.9	E	7.2	
11	60.6	21.9	15.8	82	ENE	4.2	61.8	59.8	26.8	18.2	NNE	13.0	Li
12	61.6	21.6	16.3	86	E	2.1	62.9	60.0	22.9	19.8	NE	16.5	11.2
13	60.4	21.8	14.9	78	E	4.1	61.9	59.2	26.2	17.5	NE	15.2	
14	58.3	22.8	16.0	79	E	2.9	59.7	56.9	27.0	18.2	NNE	10.3	
15	58.6	23.9	16.3	76	SW	3.5	60.0	57.3	28.3	18.6	NW	9.8	
16	62.0	21.5	15.0	78	NNW	5.9	64.1	59.0	23.4	19.7	NW	13.4	3.8
17	64.1	20.4	12.3	70	N	3.5	65.6	63.1	23.4	18.0	NNW	9.4	
18	62.9	21.9	14.4	75	NE	2.3	64.0	61.7	26.6	16.2	NW	9.4	
19	62.0	23.3	16.1	77	E	3.8	63.2	60.8	26.9	18.9	NE	12.5	
20	62.0	24.6	18.8	82	E	3.4	63.3	60.6	29.6	20.2	N	8.9	
21	63.2	25.2	20.4	86	ENE	3.4	64.5	61.6	29.2	22.1	NE	12.5	
22	62.5	24.8	19.4	84	NE	3.9	63.9	61.3	28.2	21.7	NNE	11.2	
23	60.8	24.9	18.6	81	ENE	3.4	62.8	58.8	29.0	21.3	NNE	11.6	
24	59.5	25.8	18.0	75	SSE	3.9	61.0	57.8	31.6	20.9	S	12.5	
25	60.9	26.4	19.4	78	SE	4.0	62.9	59.6	31.7	21.2	S	12.5	
26	60.6	25.8	19.7	81	ESE	3.0	62.7	59.1	31.2	21.9	N	8.9	
27	57.9	26.1	19.5	79	SW	5.7	59.1	57.1	31.2	22.2	SSW	14.8	
28	59.1	22.5	16.4	81	N	6.8	61.4	56.8	25.5	19.2	NNW	13.4	2.3
29	61.6	22.5	13.7	72	NE	5.3	62.7	60.6	25.8	18.9	NNE	12.1	
30	59.1	25.8	18.0	73	SSW	10.0	61.6	56.8	30.3	20.3	S	22.4	
31	62.0	23.7	16.1	74	N	9.7	64.1	57.9	25.9	21.0	S	18.8	12.7
Prom.	61.6	23.3	16.6	79	ENE	4.6	63.1	60.0	27.1	19.6	Total de lluvias	110.0	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
ABRIL DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad relativa	Viento pre-dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
	700 -	Cent.	mm.	%		m. s.	700 -	700 +	Cent.	Cent.		m. s.	mm.
1	64.3	22.7	14.5	71	NE	5.1	65.2	63.3	26.3	20.0	NNE	11.2	
2	63.5	23.5	15.9	75	ENE	3.4	64.7	62.1	27.3	19.2	N	8.9	
3	61.0	25.0	16.8	72	SE	3.9	63.5	59.4	31.0	19.3	S	10.7	
4	60.5	26.5	18.7	74	SSE	5.0	61.7	59.1	31.1	21.2	SSE	15.2	
5	61.2	26.7	20.3	79	SSE	5.4	62.8	59.9	31.3	23.2	S	15.2	
6	61.5	27.0	20.1	77	SSE	5.9	61.8	59.0	31.0	23.3	S	13.0	0.3
7	62.1	25.3	19.0	80	E	3.7	63.5	60.8	31.9	21.2	NE	12.1	12.5
8	61.2	26.3	18.8	76	SSE	4.7	63.0	59.3	31.8	20.3	S	13.4	
9	61.2	25.4	18.9	80	SSW	6.3	62.7	59.9	31.7	21.3	SSW	16.1	9.1
10	63.8	21.9	15.2	78	NNE	—	64.9	62.0	23.4	20.4	NNE	10.7	
11	65.2	22.8	14.8	72	NNE	6.1	66.6	63.8	24.5	21.4	NE	12.5	
12	67.0	22.6	13.4	67	ENE	4.7	68.0	65.7	26.3	19.8	NE	13.4	
13	66.7	21.7	12.3	65	E	4.7	67.8	65.4	26.3	16.9	NE	16.1	
14	63.9	22.5	13.6	68	E	4.4	66.2	62.1	27.9	18.0	NE	12.1	
15	61.8	21.7	15.0	78	ENE	2.7	62.8	61.1	25.4	19.3	N	8.9	1.8
16	61.9	22.7	15.3	78	ENE	3.2	63.3	60.7	27.0	19.1	NNE	9.8	
17	63.7	23.4	15.9	75	NE	5.3	64.9	62.0	27.5	19.0	NE	13.4	
18	64.9	22.7	14.5	72	ENE	4.9	66.0	63.9	26.5	19.2	NE	10.7	
19	63.3	23.1	14.4	70	E	4.6	65.2	61.5	27.6	18.3	NE	14.8	
20	60.9	24.2	16.0	72	ENE	4.4	62.6	59.9	28.8	19.3	NNE	13.4	
21	60.5	25.7	17.6	73	SE	2.8	62.0	59.1	30.7	19.7	SSE	9.8	0.5
22	60.8	25.7	20.1	83	E	2.9	62.0	59.9	31.0	22.1	NE	9.4	
23	59.9	25.5	19.7	82	E	2.9	61.1	58.6	30.2	22.2	NE	11.6	2.3
24	59.1	26.2	19.8	80	ESE	3.5	60.1	57.7	33.5	21.2	S	11.2	
25	58.5	26.5	20.1	79	SW	4.0	60.0	57.5	30.3	22.7	S	9.8	
26	58.6	23.4	17.1	80	NNE	5.0	60.3	56.7	26.0	20.2	N	12.5	4.1
27	59.4	24.1	18.1	82	ENE	4.1	60.5	58.5	27.6	21.2	NE	13.4	
28	59.4	25.7	19.8	82	ESE	4.1	60.4	58.5	33.0	21.4	NE	11.6	1.1
29	60.1	27.8	19.8	73	SSE	3.7	61.2	58.7	33.2	22.2	S	14.8	
30	60.2	26.4	21.3	84	ENE	3.4	61.0	58.9	31.2	22.2	N	10.3	
Prom.	61.9	24.5	17.2	76	E	4.3	63.3	60.5	29.0	20.5	Total de lluvia	30.6	

Mario Rodríguez

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE ENERO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	30.6	21.0	25.4	32.2	29	18.3	1	Dr. Domingo Delgado Sr. Daniel Fernández
Granja E. Pinar del Río	28.0	17.2	22.6	31.0	31	15.0	10	Sr. Armando Dial
Junta Prov. Agri. P. del Río	26.2	21.5	25.1	27.0	1	23.0	1	Sr. J. M. Ferro
Pinar del Río	27.5	18.7	24.1	30.0	30	15.0	9	Sr. José E. Reyes
C. San Antonio, Madroga	26.7	21.5	25.6	29.0	3	22.0	18	Personal Oficina
Güines	28.0	18.0	23.6	31.0	25	17.0	1	Sr. Miguel A. Parets
Central Hershey	26.0	22.7	24.3	27.0	17	22.0	2	Personal Oficina
Granja Escuela Colón	30.2	20.1	25.3	34.0	29	19.0	4	Sr. Eustaquio Calera
Central Adela	25.2	20.8	23.0	29.0	29	19.0	17	Personal Oficina
Genfuegos, Oficina Cable	30.8	22.4	26.6	32.0	1	21.0	1	Sr. A. T. Stauden
Central Soledad	27.3	19.3	23.3	28.0	3	17.0	17	Personal Oficina
Central "San Isidro"	27.6	18.1	22.8	29.4	27	16.1	18	Sr. Administrador
Santiago de las Vegas	26.8	18.2	22.5	30.0	26	14.8	20	Sr. Alfredo Herrera
Ceballos	28.5	19.8	24.1	31.0	24	18.0	4	Sr. Frank H. Kydd
Central Francisco	28.0	19.1	23.6	29.0	18	18.0	1	Sr. Augusto Saumells
Central Santa Lutgarda	26.4	23.2	24.8	28.0	27	21.0	4	Sr. Antonio Peñate
Ensenada de Mora	28.5	19.0	22.8	31.7	12	17.2	21	Personal Oficina
Central Elia	29.7	15.8	24.4	31.0	19	16.0	3	Srta. C. Pérez Pentón
Granja Escuela Oriente	28.9	19.6	24.3	34.0	14	17.0	16	Sr. Director
Gibara	27.5	18.5	23.0	28.0	1	17.0	29	Sr. Fulgencio Danta
Guanámaro	28.3	22.4	25.3	30.0	24	20.0	30	Personal Oficina
Holguín	28.0	22.4	25.2	31.0	26	20.0	31	Sr. J. M. Franco Moyúa
Central Isabel, Media Luna	29.9	18.3	24.1	31.5	14	16.0	19	Srta. Elvira L. Cosío
Central Preston	30.1	15.5	22.8	35.0	29	11.1	29	Personal Oficina
Central Banes	29.9	19.2	24.6	31.7	4	15.6	30	Personal Oficina

Luis Santamaría.

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE FEBRERO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	30.2	16.7	23.5	32.2	1	15.0	18	Dr. Domingo Delgado Sr. Daniel Fernández
Granja E. Pinar del Río	28.5	16.3	22.4	30.0	1	12.0	5	Sr. Armando Dial
Junta Prov. Agri. P. del Río	26.5	24.8	25.6	28.0	10	23.0	6	Sr. José Miguel Ferró
Pinar del Río	28.1	17.9	23.0	31.1	2	10.0	6	Sr. José E. Reyes
C. San Antonio, Madruga	26.3	24.0	25.2	30.0	9	20.0	28	Personal Oficina
Güines	27.9	16.0	22.0	29.0	16	11.0	6	Sr. Miguel A. Parets
Central Hershey	24.9	21.5	23.7	27.0	9	19.5	6	Personal Oficina
Central Adela	27.1	18.5	22.8	32.0	28	15.0	5	Personal Oficina
Cienfuegos, Oficina Cable	30.6	21.4	26.0	32.0	12	18.0	7	Sr. A. E. Standou
Central Soledad	27.0	17.0	22.0	29.0	11	16.0	5	Personal Oficina
Central San Isidro	28.3	16.3	22.3	32.2	22	12.2	7	Sr. James E. Boykin
Santiago de las Vegas	27.4	15.7	21.5	30.2	10	12.6	18	Sr. Alfredo Herrera
Ceballos	29.2	17.2	23.2	32.0	9	13.0	7	Sr. Frank H. Kydd
Central Francisco	28.0	17.8	22.9	29.0	9	15.0	6	Sr. Augusto Saumells
Granja Escuela Cokón	32.0	17.0	24.5	33.0	16	15.0	6	Sr. Eustaquio Calera
Central Santa Luzgarda	27.3	20.5	24.2	32.0	22	17.0	7	Sr. Antonio Peñate
Finca de Mora	26.7	19.8	23.3	27.8	1	17.8	17	Personal Oficina
Central Elia	29.6	16.7	22.6	32.0	9	14.0	22	Sra. C. Pérez Penión
Granja Escuela Oriente	33.0	17.8	25.4	34.0	1	16.0	4	Sr. M. E. Fernández A.
Gibara	27.8	16.9	22.3	30.0	28	14.0	22	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo	27.8	21.6	24.7	29.4	24	18.9	4	Personal Oficina
Holguín	28.2	20.8	24.5	31.1	28	18.0	7	Sr. J. M. Franco Moyá
Central Isabel, Media Luna	30.0	18.4	24.2	31.5	16	15.5	20	Sra. Elvira L. Cosío
Central Preston	33.1	14.2	23.6	35.6	15	7.8	6	Personal Oficina
Central Banes	28.9	17.2	23.1	35.0	18	13.3	21	Personal Oficina

Luis Santamaría

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE MARZO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	30.9	18.1	24.5	33.3	21	13.9	3	Dr. Domingo Delgado Sr. Daniel Fernández
Granja E. Pinar del Río	29.0	16.3	22.6	34.0	26	11.0	4	Sr. Arcenio Dial
Junta Prov. Agri. Pinar del Río	27.0	25.1	26.1	30.0	23	23.0	3	Sr. José Miguel Ferro
Pinar del Río	27.1	18.9	23.0	31.1	28	12.8	3	Sr. José E. Reyes
C. San Antonio. Madruga	25.0	22.8	23.9	29.0	22	20.9	7	Personal Oficina
Güines	29.0	18.0	23.4	33.0	26	14.0	18	Sr. Miguel A. Parots
Central Hershey	25.1	22.7	23.9	28.5	26	20.0	1	Personal Oficina
Granja Escuela Colón	30.0	20.0	25.5	36.0	29	15.0	2	Sr. Eustaquio Calera
Central Adela	27.6	19.7	23.6	32.0	25	16.0	6	Personal Oficina
Cienfuegos, Oficina Cable	30.9	22.7	26.8	34.0	22	19.0	2	Sr. A. E. Stauden
Central Soledad	28.0	18.0	23.0	30.0	22	17.0	2	Personal Oficina
Central San Isidro	28.6	17.4	23.0	33.3	25	14.4	2	Sr. James E. Boykin
Santiago de las Vegas	27.2	17.7	22.4	32.0	23	11.0	3	Sr. Alfredo Herrera
Ceballos	30.9	19.0	24.9	34.0	20	15.0	13	Sr. Frank H. Kydd
Central Francisco	29.8	20.1	24.9	32.0	20	18.0	12	Sr. Augusto Saumells
Central Santa Lucgarda	28.5	22.7	25.6	34.0	28	19.0	2	Sr. Antonio Peñate
Holguín	29.8	22.7	26.3	33.5	31	20.0	14	Sr. J. M. Franco Muyor
Banes	32.8	17.8	25.3	36.7	30	16.1	17	Personal Oficina
Central Preston	32.8	15.8	24.3	36.7	31	13.9	13	Personal Oficina
Ensenada de Mora	26.1	28.8	23.5	30.0	1	17.8	4	Personal Oficina
Central Elia	31.1	20.1	25.6	34.0	23	17.0	5	Srta. C. Pérez Peñón
Granja Escuela, Oriente	33.3	17.6	24.6	34.0	2	16.0	12	Sr. Director
Gibara	29.0	18.0	23.5	32.0	31	16.0	13	Sr. Fulgencio Danta
Central Isabel, Media Lana	30.8	20.5	25.6	33.0	29	17.0	3	Srta. Elvira L. Cosío
Guantánamo	29.1	22.6	25.8	30.6	31	20.0	14	Personal Oficina

Luis Santamaría.

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE ABRIL DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	31.7	21.0	26.4	33.9	25	16.7	12	Dr. Domingo Delgado Sr. Daniel Fernández
Granja Escuela, P. del Río	31.7	18.3	25.0	37.0	26	13.0	11	Sr. Armando Dial
Junta Prov. Agri. P. del Río	28.0	26.0	27.0	31.0	7	24.0	3	Sr. José Miguel Ferro
Pinar del Río	29.1	20.4	24.8	32.2	24	15.6	13	Sr. José E. Reyes
Güines	31.0	18.0	24.9	36.0	30	16.0	12	Sr. Miguel A. Parets
Central Hershey	26.6	23.5	25.0	29.0	8	21.0	14	Personal Oficina
Granja Escuela Colón	31.0	23.0	28.5	34.0	6	17.0	13	Sr. Eustaquio Calera
Central Adela	27.8	20.9	24.4	32.0	9	18.0	18	Sr. Administrador
Cienfuegos, Oficina Cable	32.1	23.7	27.9	35.0	26	20.0	13	Sr. A. E. Stauden
C. Soledad, Cienfuegos	29.3	19.8	24.6	31.0	3	15.0	12	Personal Oficina
Central San Isidro	30.1	18.5	24.3	33.3	25	15.6	13	Sr. James E. Boykin
Santiago de las Vegas	28.4	19.6	24.0	31.2	24	16.0	2	Sr. Alfredo Herrera
Ceballos	32.4	21.0	26.7	35.0	24	15.0	13	Sr. Frank H. Kydd
Central Francisco	31.2	20.6	25.9	33.0	4	16.0	13	Personal Oficina
Central Santa Ingrida	29.6	24.3	26.9	33.0	6	21.0	2	Sr. Antonio Peñate
Ensenada de Mora	27.8	21.6	24.7	30.0	11	18.3	14	Personal Oficina
Central Eiba	32.3	20.2	26.2	34.0	5	12.0	1	Srta. C. Pérez Pentón
Granja E. Oriente	30.3	20.2	27.3	34.0	6	18.0	16	Sr. M. E. Fernández
Gibara	29.5	18.8	24.2	32.0	26	16.0	3	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo	29.9	22.7	26.3	31.7	11	20.6	12	Personal Oficina
Holgún	30.1	22.9	26.5	33.0	9	20.0	3	Sr. J. M. Franco Moyúa
Central Isabel, Media Loma	31.2	21.5	26.4	33.5	5	17.0	13	Srta. Elvira J. Cossío
Central Preston	34.6	15.9	25.3	37.0	9	13.3	2	Personal Oficina
Central Banes	32.4	17.8	24.1	36.7	1	14.4	12	Personal Oficina

Luis Santamaría

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL DE 1937

(Milímetros)

ESTACIONES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		OBSERVADORES
	Total durante mes	Número de días							
Guape	37	6	41	9	37	9	9	4	Dr. Domingo Delgado Sr. Daniel Ferrández
Granja E. Pinar del Río	4	2	61	3	36	12	—	—	Sr. Armando Dini
Junta Prov. Agri. P. del Río	87	2	162	4	6	12	225	3	Sr. José Miguel Ferro
Pinar del Río	—	—	124	4	41	6	48	3	Sr. José E. Reyes
Central San Antonio	21	2	75	6	60	9	57	6	Personal Oficina
Central Niágara	—	—	138	7	34	5	87	6	Personal Oficina
Central Nueva Paz	—	—	—	—	106	9	—	—	Sr. E. H. Gato
Guines	19	2	47	5	73	8	59	4	Sr. Miguel A. Pareta
Central Hershey	40	3	86	7	71	9	17	5	Personal Oficina
Granja Escuela, Colón	74	5	45	4	113	9	155	6	Sr. Eustaquio Calera
Central Conchita	61	2	60	4	52	3	154	7	Sr. J. M. Canpaneria
Central Guipúzcoa	32	2	45	4	103	7	100	6	Personal Oficina
Central Unidad	—	—	—	—	189	—	—	—	Personal Oficina
Central Adela	41	11	18	4	156	11	111	7	Personal Oficina
Central Constancia	10	—	70	—	—	—	69	—	Sr. W. Casanova Jr.
Cienfuegos, Oficina Cable	3	5	55	8	29	6	37	2	Sr. A. E. Standen
Central Caracas	—	—	21	4	60	6	75	4	Personal Oficina
Central Perseverancia	20	1	40	3	107	6	72	1	Sr. S. Hernández
Central Soledad	9	3	38	7	65	8	218	6	Personal Oficina
Central San Isidro	6	1	11	2	53	8	29	3	Sr. Administrador
Santiago de las Vegas	40	3	155	9	123	8	—	2	Sr. Alfredo Herrera
Central Algodones	12	2	—	—	102	6	—	—	Sr. González
Deballos	17	9	29	3	64	6	18	4	Sr. Frank H. Kydd
Central Francisco	23	6	26	7	40	9	87	9	Sr. Augusto Saumells
Granja E. Camagüey	89	7	158	2	145	4	254	6	Sr. Director
Central Jaroquí	55	16	30	3	89	7	98	6	Personal Oficina
Ineceno Jatibonico	29	6	32	2	63	4	116	7	Personal Oficina
Central Lagareño	35	7	41	4	—	—	20	3	Sr. Administrador
Central Morón	17	5	73	4	88	4	42	5	Sr. R. Riverón
Central Najasa	5	2	5	1	139	5	87	7	Sr. Administrador
Central Patria	3	2	68	5	46	5	93	4	Personal Oficina
Central Stewart	30	3	—	—	—	—	15	2	Sr. Administrador

Continúa.

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL DE 1937

(Continuación)

ESTACIONES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		OBSERVADORES
	Total du- rante mes	Número de días							
Central Santa Lutzgarda	16	9	23	6	93	6	123	5	Sr. Antonio Peñate
Central Senado	48	13							Sr. Jorge B. Sánchez
Central Veigas					129	6	70	3	Sr. Raúl Perdomo
Central Sitoney	6	3	8	12	81	6	80	8	Sr. Administrador
Central Estrella (Norte)	22	2	10	1	76	3	73	5	Personal Oficina
Central Estrella (Sur)	4	4	3	2	93	6	49	4	Personal Oficina
Central Violeta	20	9	13	3	71	7	25	5	Sr. Administrador
Central Almeida	19	2	22	1	33	6	18	9	Personal Oficina
Central Bojita	17	4	8	3	12	4	83	5	Personal Oficina
Central Verientes			20	2	81	5			Personal Oficina
Estanada de Mora	31	10	18	12	28	11	67	10	Personal Oficina
Central Chaparra	20		10		12		5		Personal Oficina
Central Delicias	25		7		15		7		Personal Oficina
Central Elia	10	2	1	1	127	1	122	7	Srta. C. Pérez Pentón
Granja Escuela Oriente	3	2	11	2	3	5	112	2	Sr. M.E. Fernández Ayón
Gihara	27	12	21	3	138	6	21	5	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo	1		28	1	75	6	30	4	Personal Oficina
Santa María			39	1	100	5	11	2	Personal Oficina
Central Soledad			29	2	94	5	120	7	Personal Oficina
Isabel			37	3	120	5	51	5	Personal Oficina
Los Caños			29	1	29	3	66	4	Personal Oficina
Iguanábana			37	2	35	2	15	2	Personal Oficina
Holguín	3	8	11	2	56	8	31	5	Sr. J. M. Franco Moya
C. Isabel, Media Luna	55	7	8	1	17	8	65	7	Srta. Elvira I. Gossio
Central Ermita	21	3	21	3	18	3	50	5	Personal Oficina
Ingenio Río Cauto			10	1	39	4	76	7	Personal Oficina
Ingenio Jobabo	8	2	14	2	29	1	111	9	Personal Oficina
Mamuti Sugar Co	22	7	21	4	17	6	66	3	Personal Oficina
Central Mercedes			13	3	80	6	93	5	Personal Oficina
Central Miranda	65	5							Sr. J. Gutiérrez
Central Preston	48	18	25	9	29	14	87	11	Personal Oficina
Central Ranes	55	25	61	13	60	15	74	8	Personal Oficina

Luis Santamaría.

PUBLICACIONES RECIBIDAS EN EL
OBSERVATORIO NACIONAL DURANTE LOS MESES
DE ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL
DE 1937

E N E R O

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
Publicación No. 142.
- Czech Astronomical Society at Prague.
Memoirs and Observations: Vol. 1, 1935. No. 1 y 2.
- Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, Cádiz.
Anales, Sección 1ª, 1935.
- Manila Weather Bureau.
Annual Report of the Weather Bureau, 1934.
- Société Astronomique d'Anvers.
Gazette Astronomique, Nos.: 265-266-267-270-271-272-273-274.
- Eastbay Astronomical Assn., Chabot Observatory.
Monthly Bulletin: April, May, June, July, 1932.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin Mensuel, Enero-1937.
- Observatoire Meteorologique de Zi-Ka-Wei.
Bulletin Aerologique, No. 11, Enero-Julio 1936.
Revue Mensuelle, No. 369-372.
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
Monatsübersicht der Witterung in Osterreich, 1936.
- Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana.
Anales, Tomo LXXIII, Año 1936-1937.
- Meteorológiai és Földmágnasségi Intezet, Budapest.
1936, completo.

- Observações Meteorológicas, Magnéticas e Sismológicas, Coimbra.
1930, Vol. LXIX, 1ª Parte; 1930-1933, Vol. LXIX a LXXII, 2ª Parte.
- U. S. Weather Bureau.
Climatological Data, Vol. XXIII, No. 7.
- Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad, Chile.
Anuario para el 1937.
- Société d'Astronomie d'Anvers.
Gazette Astronomique, No. 275-276.
- Zeiss Ikon A. G.
Photographie und Forschung, No. 10, Diciembre 1936.
- U. S. Navy, Hydrographic Office.
Notice to Mariners, No. 5, 1937.
- Observatorio Astronómico y Meteorológico de Quito.
Boletín Meteorológico, Marzo-Abril 1936.

☞

FEBRERO

- Stockholms Observatorium Annaler.
Band 12, No. 8; "On the Bands of Magnesium Hybride in Stellar Spectra".
- Observatorio Geofísico de Cartuja, Granada.
Resumen Sísmico Provisional, Enero 1936.
- City of San José, Dept. of Public Works.
Annual Meteorological Summary, 1936.
- U. S. Weather Bureau.
Climatological Data, Vol. XIII, No. 10.
Climatological Data West Indies and Caribbean Service, July 1936.
Monthly Weather Review, October 1936, November 1936.
- University of Oslo.
Astrophisica Norvegica, Vol. II, No. 4.
- Observatorio Central de Poulkova, U. R. S. S.
Circular No. 19, Octubre 1936
Boletín Vol. XV-2.
- Sociedad Cubana de Ingenieros.
Revista, Enero 1937.

- Sociedad Geográfica de Cuba.
Revista, Año IX, Nos. 1-4.
- Die Himmelswelt.
Januar-Februar 1937.
- Carnegie Institution of Washington.
Catalogue of Publications.
- Observatorio de Física del Ebro, Tortosa.
Boletín Mensual, Julio-Agosto-Septiembre 1935.
- Deutsches Reich Reichsamt für Wetterdienst.
Wissenschaftliche Abhandlungen, Band II, No. 1-6.
- Observatoire de l'Université Sun-Yat-Sen,
Revue Bimensuelle, Julio-Agosto 1936.
- Escuela Superior de Artes y Oficios de La Habana.
Arte-Ciencia-Trabajo (Revista) Enero-Febrero 1937.
- Dominion Observatory, Wellington, N. Z.
Bulletins No. 112-115-117.
- Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.
Anales Tomo IV, No. 2.
- Société de Astronomie de Anvers.
Bulletins 277-278.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin No. 174.
- Observatorio Astronómico de Tashkent, U. R. S. S.
Circulares Astronómicas 59-60-61, 1936.
- Observatorio Nacional de Río de Janeiro.
Taboas das Marés para o Anno 1937.
Anuario para o Anno 1937.
- U. S. Navy, Hydrographic Office.
Notice to Mariners, No. 7-8.

M A R Z O

- Office National Meteorologique de France.
Bulletin Quotidien de Renseignements; Janvier-Fevrier.

- British East African Meteorological Service.
 Bulletins of Daily Rainfall in North Rhodesia, July-Dec., 1935.
 Summary of Rainfall in Uganda Protectorate for the Year 1935.
 Bulletin of Daily Rainfall in Tanganyika Territory, Jan.-Feb. 1936.
 Summary of Rainfall in Tanganyika Territory for the Year 1936.
- Observatorio Astronómico de Madrid.
 Anuario para 1937.
- Eclipse in Ak-Bulak.
 by D. H. Menzel and J. C. Boyce, 1936.
- Manila Central Observatory.
 Meteorological Bulletin, Mayo-Agosto, 1935.
- Astronomical Observatory of Harvard College.
 91st. Report of the Director.
 Circulars 415-418.
 The Mathematical and Physical Meaning of Probability, by T. E. Sterne.
 Meteor Heights from the Arizona Expedition, by E. Öpik.
- U. S. Weather Bureau.
 Climatological Data, Vol. XXIII, No. 11.
- U. S. Weather Bureau (San Juan, Puerto Rico).
 Climatological Data.
- Comisión Nacional de Irrigación, México, D. F.
 Irrigación en México.
- British East African Meteorological Service.
 Annual Report 1935.
 Meteorological Report for Northern Rhodesia No. 12, 1934-1935.
 Summary of Rainfall in Kenya Colony Year 1935.
 Bulletins of Daily Rainfall in Kenya Colony, Jan.-Aug. 1936.
 Bulletins of Daily Rainfall in Tanganyika Territory, March-September, 1936.
 Bulletins of Daily Rainfall in Uganda Protectorate, Jan.-July 1936.
- Observatorio Central de Poulkova, U. R. S. S.
 Publicaciones, Serie II, Vol. L.
 Circular No. 20.
- Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt.
 1935.

- Smithsonian Institution.
Miscellaneous Collections, Vol. 95, No. 23.
- Observatory of the University of Michigan.
Publications, Vol. VIII, No. 1.

A B R I L

- The Royal Society of Arts of England.
The Journal, Vol. LXXXV, No. 4395-4396-4397.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin Mensuel, Marzo 1937.
- Institut d'Astronomie Pratique de l'École Polytech. de Varsovie.
Publications No. 14-15-16.
- Stockholms Observatorium.
Meddelande 29-30-31-32.
- Service Meteorologique de L'Indochine.
Annales, 1935.
- Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt.
Årsbok, 16: 1934.
- Observatoire Astronomique de l'Université de Belgrade.
Bulletin No. 12, II-1937.
- Servei Meteorologic de Catalunya.
Distribució Horària de la Pluja a Barcelona, per G. Campo.
La Insolació a Barcelona, per M. Alvarez Castrillón.
- Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.
Resumen de las Observaciones Meteorológicas, año 1935, por M. Alvarez C.
Fenómenos Especiales. Visibilidad a Distancia, etc. G. Campos Cuchillo.
- Société d'Astronomie de Anvers.
Bulletin No. 279-280.
- Caractere Magnetique Numerique des Jours.
Tome XX, Juillet-Septembre 1936.
- Kwasan Observatory of Japan.
Bulletins; Sept. 24; Oct. 6; Octubre 10; Nov. 6; Nov. 10 y Dec. 4, de 1936.

- The Imperial Marine Observatory, Kobe, Japan.
The Memoirs, Vol. VI, No. 3.
- Taihoku Meteorological Observatory.
Quarterly Report: January-March, April-June 1936.
- Forests and Floods in New Hampshire.
by Dr. Henry I. Baldwin and Charles F. Brooks.
- Natural History. From the American Museum of Natural History.
April 1937.
- Observatorio del Ebro, Tortosa.
Vol. XXVI, No. 10-11-12.
- Institut National Meteorologique de Pologne.
Mémorial No. 7, 1937.
- Harvard College Observatory.
Reprints 129-130-131-132.
- Observatoire Royal de Belgique.
Annuaire, 1938.

E. T.



REPUBLICA DE CUBA

SECRETARIA DE AGRICULTURA

OBSERVATORIO NACIONAL

BOLETIN

DEL

OBSERVATORIO NACIONAL

EPOCA III.

VOL. II. - NUM. 2.

△

LA HABANA

1937

BOLETIN DEL OBSERVATORIO NACIONAL

PUBLICACION DEL OBSERVATORIO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA

Ing. Amadeo López Castro
Secretario de Agricultura.

Sr. Gustavo E. Perea
Subsecretario de Agricultura.

DIRECTOR:

José Carlos Millás

Director del Observatorio Nacional

EPOCA III. LA HABANA, CUBA, MAYO - AGOSTO, 1937. VOL. II. - NUM. 2

SUMARIO

	<u>Pág.</u>
Ecuaciones diferenciales de la rotación terrestre.—José Isaac Corral, Ingeniero de Minas.....	121
La distribución general de las presiones y sus variaciones periódicas y accidentales.—Oscar Rivery Ortiz, Sub Director del Observatorio Nacional	158
Las turbonadas y la aviación.—Ernesto E. Tabío, Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional.....	184
Algunas diferencias entre años tormentosos y años no tormentosos en la porción occidental de Cuba.—José Carlos Millás, Director del Observatorio Nacional.....	194
Notas Astronómicas.—I. Velasco de Millás.....	206
Consideraciones sobre el resultado de las observaciones aerológicas efectuadas en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 1937.—Ernesto E. Tabío, Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional	211

Pág.

Tablas de salidas y puestas de Sol en La Habana calculadas en el Observatorio Nacional para el año 1938.—Luis Santamaría, Oficial de Climatología	236
Estado general del tiempo en La Habana en el segundo cuatrimestre del año 1937	240
Algunos fenómenos meteorológicos interesantes en el segundo cuatrimestre del año 1937	243
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional, en el segundo cuatrimestre del año 1937	245
Temperaturas y lluvias en la República en el segundo cuatrimestre del año 1937	249
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses mayo, junio, julio y agosto de 1937	255

Los autores son los únicos responsables de las ideas expresadas en los trabajos publicados.



Estudio fotográfico de nubes: cirros, cirro-estratos y cirro-cumulos.--(José Carlos Millás).

ECUACIONES DIFERENCIALES DE LA ROTACIÓN TERRESTRE

JOSÉ ISAAC CORRAL,
Ingeniero de Minas.

1.—*Consideraciones generales sobre la rotación terrestre.*

Para establecerlas, supondremos que la Tierra puede ser asimilada a un cuerpo sólido, haciendo abstracción, por el momento al menos, de los desplazamientos relativos posibles de la masa flúida interior en relación con la corteza terrestre y también de los desplazamientos relativos de los mares. El movimiento de la Tierra será considerado como la resultante de otros dos: el movimiento del centro de gravedad y el movimiento relativo alrededor de este centro. Estos movimientos son la consecuencia de las impulsiones iniciales y de las fuerzas de atracción que, según la Ley de Newton, solicitan a cada una de las moléculas de la Tierra hacia cada una de las moléculas del Sol, de la Luna, y de los planetas. En el estudio del segundo movimiento, es decir, en el movimiento relativo alrededor del centro de gravedad de la Tierra, las únicas influencias sensibles son las del Sol y de la Luna.

Si la Tierra estuviese formada de capas esféricas, concéntricas y homogéneas, las resultantes de las atracciones del Sol y de la Luna serían fuerzas pasando por el centro de gravedad, y el movimiento de la Tierra alrededor de este punto consistiría en una rotación uniforme alrededor de un eje de dirección invariable, fijo en el interior. Pero la Tierra es aplastada, y el problema es bastante complejo. Se sabe, ante todo, que las ecuaciones diferenciales del movimiento alrededor del centro de gravedad O son las mismas que si este punto estuviese fijo.

Se trata de formar estas ecuaciones: a ello se encamina el presente artículo.

Tomaremos tres ejes de direcciones invariables OX, OY, OZ: el plano XOY será paralelo al plano de la eclíptica de una cierta época, y OX dirigido hacia el equinoccio de esta época. Consideremos primeramente a la Tierra como formada de puntos materiales separados los unos de los otros. Las condiciones de unión o ligazón entre ellos provienen de la solidez, y dan por resultado que las distancias mutuas de los diversos puntos son invariables. Para tener cuenta de estas condiciones, se procede como sigue: se considera un segundo sistema de ejes rectangulares Ox₁, Oy₁, Oz₁ ligados invariablemente a la Tierra. Sean x, y, z, x_1, y_1, z_1 , las coordenadas de uno de los puntos materiales M en los dos sistemas. Se podrá pasar de unos ejes coordenados a los otros por medio de las fórmulas conocidas

$$(1) \begin{cases} x = ax_1 + by_1 + cz_1 \\ y = a'x_1 + b'y_1 + c'z_1 \\ z = a''x_1 + b''y_1 + c''z_1 \end{cases}$$

x_1, y_1, z_1 permaneciendo invariables durante toda la duración del movimiento, cuando se considera un mismo punto M. Los nueve cosenos $a, b, c, a', b', c', a'', b'', c''$ son las variables en función del tiempo que se precisan conocer y encontrar. Cuando se los haya obtenido, las fórmulas (1) harán conocer las coordenadas de los diversos puntos del cuerpo con relación a los ejes fijos OX, OY, OZ.

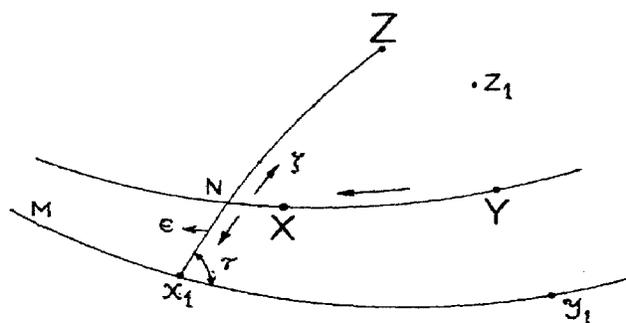
Es sabido que estos nueve cosenos están ligados por seis relaciones distintas que se establecen en todos los textos de Geometría Analítica. Pero es más cómodo expresarlos por medio de tres variables independientes. El magnífico "Traité de Mécanique Céleste" de F. Tisserand (Tomo II - París - 1891) adopta para dichas variables los conocidos tres ángulos de Euler φ, ψ, θ que todos los textos explican.

En el presente estudio, vamos a utilizar los ángulos ξ, ϵ, τ que dimos a conocer en un trabajo titulado "NUEVAS FÓRMULAS DE TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS" que presentamos al III Congreso Científico Pan-americano.

cano que se celebró en Lima (Perú), en el mes de Diciembre de 1924, y que luego publicamos en un folleto con el mismo título el año 1928, habiendo sido impreso en la Habana por la casa de Rambla, Bouza y Co. Dichos ángulos ξ , ϵ , τ son distintos completamente a los de Euler, pero permiten establecer las ecuaciones diferenciales buscadas con la misma sencillez y armonía que aquellos. Esta es nuestra única contribución original en tan bello monumento, diseñado y desarrollado de un modo magistral en la citada obra de Tisserand, a la cual seguiremos en sus líneas generales si bien operando nosotros con los ángulos ξ , ϵ , τ cuando ella considera los ángulos de Euler φ , ψ , θ .

Nuestros ángulos ξ , ϵ , τ . Se determinan del modo siguiente:

Tracemos una esfera de radio 1 teniendo su centro en O: su superficie queda perforada por las partes positivas de los ejes en los puntos X, Y, Z, x_1 , y_1 , z_1 (Figura 1). Consideremos el plano formado por las rectas



- Figura 1 -

OZ, Ox_1 : dicho plano producirá el arco de círculo máximo ZNx_1 que corta en N al círculo máximo XY. Hagamos

$$XN = \xi$$

y este ángulo será contado a partir de X en sentido inverso de XY hasta el punto N, pudiendo estar comprendido entre 0 y 2π .

El arco $x_1 N$ será contado a partir de N y será llamado

$$Nx_1 = \epsilon$$

pudiendo variar de 0 a 2π .

Finalmente, el ángulo formado por los planos OZx_1 y $Ox_1 y_1$ será designado por τ , teniéndose

$$\widehat{Zx_1 y_1} = \tau$$

y podrá variar de 0 a π .

Consideremos un punto en movimiento sobre el arco de círculo máximo XY en el sentido YX : éste móvil atravesará el círculo máximo OZx_1 en el punto N, cuyas coordenadas x, y, z, con relación a los ejes fijos OXYZ se podrán determinar en función de los tres ángulos ζ , ϵ , τ , anteriormente definidos.

Según demostramos en el citado folleto, los cosenos

$$a, a', a'', b, b', b'', c, c', c''$$

de los ángulos que forman cada uno de los ejes Ox_1, Oy_1, Oz_1 con los ejes fijos OX, OY, OZ pueden expresarse en función de los ángulos ζ, ϵ, τ : pero pasaremos de aquellas fórmulas a las siguientes poniendo $-\zeta$ y $-\epsilon$ en lugar de ζ y ϵ respectivamente a causa del sentido que ahora elegimos para contar estos ángulos. Así tendremos:

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} a = \cos \zeta \cdot \cos \epsilon \\ a' = -\cos \epsilon \cdot \sin \zeta \\ a'' = -\sin \epsilon \\ b = -\sin \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta + \sin \zeta \cdot \sin \tau \\ b' = \sin \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \sin \zeta + \sin \tau \cdot \cos \zeta \\ b'' = -\cos \tau \cdot \cos \epsilon \\ c = \sin \tau \cdot \sin \epsilon \cdot \cos \zeta + \sin \zeta \cdot \cos \tau \\ c' = -\sin \tau \cdot \sin \epsilon \cdot \sin \zeta + \cos \zeta \cdot \cos \tau \\ c'' = \sin \tau \cdot \cos \epsilon \end{array} \right.$$

El problema queda reducido a determinar ζ, ϵ, τ en función del tiempo t .

Variables auxiliares.

En Cinemática se demuestra que el movimiento de un cuerpo sujeto a girar alrededor de un punto fijo O consiste en cada instante en una rotación alrededor de un eje instantáneo OI pasando por dicho punto. Sea w la velocidad de esta rotación en el instante t : llevando sobre OI , en un sentido determinado de una vez para siempre, según el sentido de la rotación, la longitud $OI = w$, las proyecciones del punto I sobre los ejes Ox_1 , Oy_1 , Oz_1 serán las tres variables auxiliares que pueden introducirse: se las representa, desde la época de Euler, por las letras p , q , r .

Descomponiendo la rotación w en otras tres según los ejes Ox_1 , Oy_1 , Oz_1 las velocidades de estas rotaciones componentes serán precisamente iguales a p , q , r . Estas cantidades p , q , r están ligadas a nuestros ángulos ξ , ϵ , τ y a sus derivadas con relación al tiempo por las relaciones que expusimos en la página 13 del citado folleto, de las cuales pasamos a las siguientes con el solo cambio de signo ξ y ϵ , según antes observamos, así como variando el sentido de la velocidad angular de la rotación ϵ' :

$$(3) \quad \begin{cases} p = \frac{d\tau}{dt} + \operatorname{sen} \epsilon \cdot \frac{d\xi}{dt} \\ q = \operatorname{sen} \tau \cdot \frac{d\epsilon}{dt} + \cos \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \frac{d\xi}{dt} \\ r = \cos \tau \cdot \frac{d\epsilon}{dt} - \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \frac{d\xi}{dt} \end{cases}$$

Sea v la velocidad de un punto m del cuerpo teniendo por coordenadas x_1 , y_1 , z_1 con relación a los ejes móviles ligados invariablemente al cuerpo. Las componentes de la rotación instantánea w según estos ejes siendo p , q , r , las proyecciones v_{x_1} , v_{y_1} , v_{z_1} sobre dichos ejes serán

$$v_{x_1} = qz_1 - ry_1 \quad v_{y_1} = rx_1 - pz_1 \quad v_{z_1} = py_1 - qx_1$$

por lo que

$$v^2 = v_{x_1}^2 + v_{y_1}^2 + v_{z_1}^2 = p^2 (y_1^2 + z_1^2) + q^2 (z_1^2 + x_1^2) + r^2 (x_1^2 + y_1^2) - 2qr y_1 z_1 - 2rp z_1 x_1 - 2pq x_1 y_1$$

Calculando ahora la fuerza viva total

$$\Sigma mv^2 = 2T = Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 - 2Dqr - 2Erp - 2Fpq$$

en donde

$$A = \Sigma m(y_i^2 + z_i^2) \quad B = \Sigma m(z_i^2 + x_i^2) \quad C = \Sigma m(x_i^2 + y_i^2) \\ D = \Sigma m y_i z_i \quad E = \Sigma m z_i x_i \quad F = \Sigma m x_i y_i$$

siendo A, B, C los momentos de inercia del cuerpo con relación a los ejes Ox_i, Oy_i, Oz_i . Si en particular se toman por ejes Ox_i, y_i, z_i ligados al cuerpo, los ejes principales de inercia relativos al punto O, los coeficientes D, E, F son nulos y la fuerza viva se reduce a

$$2T = Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 \quad (4)$$

Las cantidades p, q, r permiten expresar la velocidad angular y los cosenos directores del eje instantáneo de rotación:

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} \cos(x_i, OI) = \frac{p}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos(y_i, OI) = \frac{q}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ \cos(z_i, OI) = \frac{r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}} \\ w = \sqrt{p^2 + q^2 + r^2} \end{array} \right.$$

La cantidad de movimiento del punto m tiene por proyecciones sobre Ox_i, Oy_i, Oz_i á

$$mv_{x_i} \quad mv_{y_i} \quad mv_{z_i}$$

de modo que la suma λ de los momentos de las cantidades de movimiento de todos los puntos del cuerpo con relación a Ox_i será

$$\lambda = \Sigma m (y_i v_{z_i} - z_i v_{y_i}) = \Sigma m [p(y_i^2 + z_i^2) - q x_i y_i - r x_i z_i] = \\ = Ap - Fq - Er$$

Este valor comparado con la fuerza viva $2T$ es

$$\lambda = \frac{\partial T}{\partial p}$$

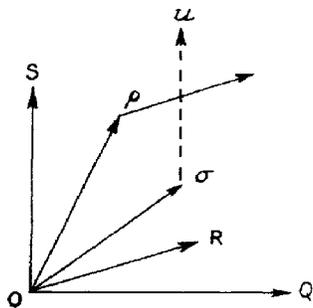
y de igual modo se verá que las sumas μ y ν de los momentos de las cantidades de movimiento con relación a los ejes Oy_1 y Oz_1 , valen respectivamente

$$\mu = \frac{\partial T}{\partial q} \quad \nu = \frac{\partial T}{\partial r}$$

Tomando, como antes dijimos, para ejes Ox_1 , y_1 , z_1 los ejes principales de inercia relativos al punto O , los valores λ , μ , ν se simplifican y convierten en

$$\lambda = Ap \quad \mu = Bq \quad \nu = Cr$$

El momento resultante de las cantidades de movimiento con relación al punto O es un vector $O\sigma$ (Fig. 2) teniendo por proyección, sobre cada eje trazado por



-Figura 2-

O , la suma de los momentos de las cantidades de movimientos con relación a este eje. Las proyecciones de $O\sigma$ sobre Ox_1 , Oy_1 , Oz_1 serán así λ , μ , ν ; o también, las coordenadas de σ serán λ , μ , ν .

Tendremos así

$$(6) \left\{ \begin{array}{l} \cos (x, O \sigma) = \frac{Ap}{\sqrt{A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2}} \\ \cos (y, O \sigma) = \frac{Bq}{\sqrt{A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2}} \\ \cos (z, O \sigma) = \frac{Cr}{\sqrt{A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2}} \\ O \sigma = \sqrt{A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2} \end{array} \right.$$

Es fácil calcular el ángulo del eje instantáneo y el vector $O \sigma$ representante del momento resultante de las cantidades de movimiento, valiéndonos para ello de fórmulas conocidas en Geometría Analítica para determinar el ángulo de dos rectas de ecuaciones conocidas. Tendremos así, en virtud de aquellas fórmulas y de las relaciones (5) y (6):

$$(7) \left\{ \begin{array}{l} \cos (\sigma O1) = \frac{A p^2 + B q^2 + C r^2}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2} \cdot \sqrt{A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2}} \\ \operatorname{sen} (\sigma O1) = \frac{(B-A)^2 p^2 q^2 + (C-A)^2 p^2 r^2 + (C-B)^2 q^2 r^2}{(p^2 + q^2 + r^2) \cdot (A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2)} \end{array} \right.$$

Ecuaciones del movimiento.—Llegamos ahora al problema de Mecánica. El cuerpo sólido está solicitado por fuerzas dadas $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ y por la reacción Q del punto fijo O . Recordemos el teorema de los momentos de las cantidades de movimiento y el de la proyección de las cantidades de movimiento, así como la representación geométrica de ambas proposiciones.

Las ecuaciones del movimiento de un sistema material cualquiera compuesto de un gran número de puntos sometidos a ciertas uniones, sabemos que son tres, referen-

tes a cada uno de los ejes coordenados, siendo la primera de ellas

$$\sum m. \frac{d^2 x}{dt^2} = \sum X e$$

en donde el signo \sum indica que la suma se extiende a *todas* las fuerzas *exteriores* actuando sobre los diversos puntos del sistema. Las otras dos ecuaciones son

$$\sum m. \frac{d^2 y}{dt^2} = \sum Y e$$

$$\sum m. \frac{d^2 z}{dt^2} = \sum Z e$$

Estas ecuaciones pueden escribirse del modo siguiente

$$\frac{d}{dt} \sum \left(m. \frac{dx}{dt} \right) = \sum X e$$

.....

lo que nos dice que la derivada con relación al tiempo de la suma de las proyecciones de las cantidades de movimiento de los puntos del sistema sobre un eje fijo cualquiera, es igual a la suma de las proyecciones de las *fuerzas exteriores* sobre este eje. Tracemos por cada uno de los puntos del sistema el vector que represente la cantidad de movimiento $m. v$ de este punto. Todos estos vectores $m. v$ tienen una resultante general $O\rho$ que tiene por proyecciones

$$\alpha = \sum m. \frac{dx}{dt} \quad \beta = \sum m. \frac{dy}{dt} \quad \gamma = \sum m. \frac{dz}{dt}$$

Sea OR (Fig. 2) la resultante general de las fuerzas exteriores, que tendrá por proyecciones sobre los ejes

$$X = \sum \sum X_e \quad Y = \sum \sum Y_e \quad Z = \sum \sum Z_e$$

por lo que el teorema anterior se podrá expresar así:

$$\frac{d\alpha}{dt} = X \quad \frac{d\beta}{dt} = Y \quad \frac{d\gamma}{dt} = Z$$

lo que nos indica que la velocidad del punto geométrico ρ es igual y paralela al segmento OR .

Volviendo a las tres ecuaciones que definen el movimiento del sistema, multiplicando la primera por $-y$, la segunda por x , y adicionando luego, llegaremos a la igualdad

$$\frac{d}{dt} \sum m \left(x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) = \sum \sum (x \cdot Y_e - y \cdot X_e)$$

que nos dice que la derivada con relación al tiempo de la suma de los momentos de las cantidades de movimiento de los puntos del sistema con relación a un eje fijo cualquiera, es igual a la suma de los momentos de las fuerzas exteriores con relación a este eje. El vector $O\sigma$ es el momento resultante de las cantidades de movimiento con relación al origen O y tiene por proyecciones sobre los ejes a las cantidades

$$\begin{aligned} \lambda &= \sum m \left(y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) \\ \mu &= \sum m \left(z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) \\ \nu &= \sum m \left(x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{d\lambda}{dt} = \sum \sum (y, Ze - z, Ye)$$

$$\frac{d\mu}{dt} = \sum \sum (z, Xe - x, Ze)$$

$$\frac{d\nu}{dt} = \sum \sum (x, Ye - y, Xe)$$

Tomando las fuerzas exteriores, el momento resultante de ellas con relación a O será el vector OS (Fig. 2) cuyas proyecciones sobre los ejes serán precisamente

$$L = \sum \sum (y, Ze - z, Ye)$$

$$M = \sum \sum (z, Xe - x, Ze)$$

$$N = \sum \sum (x, Ye - y, Xe)$$

por lo cual el teorema de los momentos de las cantidades de movimiento se expresará así:

$$\frac{d\lambda}{dt} = L, \quad \frac{d\mu}{dt} = M, \quad \frac{d\nu}{dt} = N$$

que nos dice, que la velocidad del punto geométrico σ es igual y paralela al segmento OS.

Ahora bien, el vector OS es el momento resultante con relación a O de *todas las fuerzas exteriores*, porque este momento se compone del momento de las fuerzas dadas que es OS, y del momento de Q, que es nulo.

Tenemos así que en cada instante la velocidad absoluta u (Fig. 2) del punto σ es igual y paralela a OS. Las proyecciones de esta velocidad son así iguales a las del vector OS, es decir, iguales respectivamente a L, M, N. Las coordenadas del punto σ con relación a los ejes móviles son λ, μ, ν ; de modo que cuando t varía, también varían λ, μ, ν . El punto σ se desplaza con rela-

ción a los ejes móviles Ox_1, y_1, z_1 con una velocidad relativa teniendo por proyecciones sobre Ox_1, Oy_1, Oz_1 a las cantidades

$$\frac{dx}{dt} \quad \frac{dy}{dt} \quad \frac{dz}{dt}$$

mientras que la velocidad de arrastre del punto del cuerpo sólido que está en σ , tiene por proyecciones sobre los mismos ejes

$$qv - r\mu \quad r\lambda - p\nu \quad p\mu - q\lambda$$

por tratarse de una rotación alrededor del eje Oz_1 cuyas proyecciones sobre los mismos ejes son p, q, r .

La velocidad absoluta u del punto σ siendo la suma geométrica de su velocidad relativa y de su velocidad de arrastre, tendrá por proyecciones sobre los ejes Ox_1, y_1, z_1 las cantidades

$$\frac{dx}{dt} + qv - r\mu \quad \frac{dy}{dt} + r\lambda - p\nu \quad \frac{dz}{dt} + p\mu - q\lambda$$

Según el teorema de los momentos de las cantidades de movimiento antes expuesto, estas proyecciones serán respectivamente iguales a L, M, N o sea a las proyecciones de la suma de los momentos de las fuerzas exteriores con relación a dichos ejes. Tendremos así las tres ecuaciones

$$\frac{dx}{dt} + qv - r\mu = L$$

$$\frac{dy}{dt} + r\lambda - p\nu = M$$

$$\frac{dz}{dt} + p\mu - q\lambda = N$$

expresiones, anteriormente encontradas en función de p, q, r .

Tomando como ejes móviles unidos invariablemente al cuerpo los ejes principales de inercia Ox, y, z , relativos al punto O , sabemos que

$$\lambda = Ap \quad \mu = Bq \quad \nu = Cr$$

y llevando estos valores a las ecuaciones anteriores, ellas se convierten en las siguientes:

$$(8) \quad \left\{ \begin{array}{l} A. \frac{dp}{dt} + (C-B). qr = L \\ B. \frac{dq}{dt} + (A-C). pr = M \\ C. \frac{dr}{dt} + (B-A). pq = N \end{array} \right.$$

que unidas a las ecuaciones del grupo (3) donde se definen p, q, r , dan un conjunto de seis ecuaciones diferenciales de primer orden para calcular las seis incógnitas $p, q, r, \xi, \epsilon, \tau$ en función del tiempo t .

Las ecuaciones (8) son debidas a Euler: las del grupo (3) son nuestras, pues en ellas se expresan a p, q, r en función de nuestros ángulos ξ, ϵ, τ distintos a los ángulos φ, ψ, θ que usó Euler, y los otros matemáticos que le siguieron en el estudio de este problema.

Los segundos miembros de las ecuaciones (8), o sean L, M, N son funciones de ξ, ϵ, τ si las fuerzas dadas dependen únicamente de la posición del cuerpo: dichas cantidades L, M, N serán funciones $\xi, \epsilon, \tau, p, q, r$ si estas fuerzas dependen también de las velocidades.

Si se quisiera calcular directamente ξ, ϵ, τ , la eliminación de p, q, r conduciría a tres ecuaciones de segundo orden en ξ, ϵ, τ ; las integrales generales tendrían seis constantes que se determinarían conociendo

do la posición inicial del cuerpo y la rotación instantánea inicial, es decir

$$\xi_0, \epsilon_0, \tau_0, p_0, q_0, r_0.$$

Ecuaciones del movimiento expresando las sumas de los momentos de las fuerzas exteriores, con relación a los ejes principales, por medio de nuestros ángulos ξ, ϵ, τ y de las derivadas parciales de la función de las fuerzas.

Las fórmulas (3) y (4) dan T (fuerza viva del cuerpo) expresándola en función de las tres variables ξ, ϵ, τ y de sus derivadas

$$\xi' = \frac{d\xi}{dt} \quad \epsilon' = \frac{d\epsilon}{dt} \quad \tau' = \frac{d\tau}{dt}.$$

Considerando las ecuaciones de Lagrange

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial q'_v} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_v} = \frac{\partial V}{\partial q_v} \quad \dots \quad q'_v = \frac{dq_v}{dt}$$

para un punto libre, se tendrá

$$v = 1, 2, 3$$

de modo que q_1, q_2, q_3 serán tres parametros independientes, y q'_1, q'_2, q'_3 sus derivadas con relación al tiempo. Estas ecuaciones sólo se aplican en el caso particular de que las proyecciones X, Y, Z de la resultante de las fuerzas dadas aplicadas al punto son las derivadas parciales, con relación a x, y, z de una función U (x, y, z) que puede contener explícitamente el tiempo t .

Aplicando estas ecuaciones al problema que nos ocupa, se observará que ξ, ϵ, τ sustituyen aquí a las variables independientes q_1, q_2, q_3 de modo que tendremos

$$q_1 = \xi \quad q_2 = \epsilon \quad q_3 = \tau$$

$$q'_1 = \xi' = \frac{d\xi}{dt} \quad ; \quad q'_2 = \epsilon' = \frac{d\epsilon}{dt} \quad ; \quad q'_3 = \tau' = \frac{d\tau}{dt}$$

de las fuerzas: las fórmulas de Lagrange serán entonces

$$(9) \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\zeta}'} \right) - \frac{\partial T}{\partial \zeta} = \frac{\partial U}{\partial \zeta} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\epsilon}'} \right) - \frac{\partial T}{\partial \epsilon} = \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\tau}'} \right) - \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial U}{\partial \tau} \end{array} \right.$$

Las relaciones (3) y (4) nos dan:

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\zeta}'} = \text{sen } \epsilon \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\zeta}'} = \text{cos } \epsilon \cdot \text{cos } \tau \quad \dots \quad \frac{\partial r}{\partial \dot{\zeta}'} = -\text{cos } \epsilon \cdot \text{sen } \tau$$

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\epsilon}'} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\epsilon}'} = + \text{sen } \tau \quad \dots \quad \frac{\partial r}{\partial \dot{\epsilon}'} = + \text{cos } \tau$$

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\tau}'} = + 1 \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\tau}'} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial r}{\partial \dot{\tau}'} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\zeta}} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\zeta}} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial r}{\partial \dot{\zeta}} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\epsilon}} = \text{cos } \epsilon \cdot \dot{\zeta}' \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\epsilon}} = -\text{sen } \epsilon \cdot \text{cos } \tau \cdot \dot{\zeta}' \quad \dots \quad \frac{\partial r}{\partial \dot{\epsilon}} = \text{sen } \epsilon \cdot \text{sen } \tau \cdot \dot{\zeta}'$$

$$\frac{\partial p}{\partial \dot{\tau}} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial q}{\partial \dot{\tau}} = + \text{cos } \tau \cdot \dot{\epsilon}' - \text{cos } \epsilon \cdot \text{sen } \tau \cdot \dot{\zeta}'$$

$$\frac{\partial r}{\partial \dot{\tau}} = -\text{sen } \tau \cdot \dot{\epsilon}' - \text{cos } \epsilon \cdot \text{cos } \tau \cdot \dot{\zeta}'$$

por lo que nos resultarán, sustituyendo estos valores en las derivadas parciales de T con relación a las variables ξ' , ϵ' , τ' , ξ , ϵ , τ deducidas de (4), las expresiones siguientes:

$$(10) \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial T}{\partial \xi'} = Ap. \operatorname{sen} \epsilon + \cos \epsilon (Bq. \cos \tau - Cr. \operatorname{sen} \tau) \\ \frac{\partial T}{\partial \epsilon'} = + Bq. \operatorname{sen} \tau + Cr. \cos \tau \\ \frac{\partial T}{\partial \tau'} = + Ap \\ \frac{\partial T}{\partial \xi} = 0 \\ \frac{\partial T}{\partial \epsilon} = [\operatorname{sen} \epsilon (Cr. \operatorname{sen} \tau - Bq. \cos \tau) + Ap. \cos \epsilon] \frac{d\xi}{dt} \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} = - (Bq. \operatorname{sen} \tau + Cr. \cos \tau) \cos \epsilon \frac{d\xi}{dt} + \\ \quad + (-Cr. \operatorname{sen} \tau + Bq. \cos \tau) \frac{d\epsilon}{dt} \end{array} \right.$$

Llevando estos valores a la tercera de las ecuaciones (9), obtendremos

$$A. \frac{dp}{dt} + Bq. \left(\operatorname{sen} \tau. \cos \epsilon \frac{d\xi}{dt} - \cos \tau. \frac{d\epsilon}{dt} \right) + \\ + Cr. \left(\cos \tau. \cos \epsilon \frac{d\xi}{dt} + \operatorname{sen} \tau. \frac{d\epsilon}{dt} \right) = \frac{\partial U}{\partial \tau}$$

y teniendo en cuenta las relaciones (3), deduciremos

$$(11) \quad A. \frac{dp}{dt} + qr. (C-B). = \frac{\partial U}{\partial \tau}$$

La segunda de las fórmulas (9) nos dará, considerando los valores (10),

$$B. \operatorname{sen} \tau. \frac{dq}{dt} + C. \operatorname{cos} \tau. \frac{dr}{dt} + \frac{d\tau}{dt} (-Cr. \operatorname{sen} \tau + Bq. \operatorname{cos} \tau) - \\ - \frac{d\zeta}{dt} [\operatorname{sen} \epsilon (Cr. \operatorname{sen} \tau - Bq. \operatorname{cos} \tau) + Ap. \operatorname{cos} \epsilon] = \frac{\partial U}{\partial \epsilon}$$

y poniendo aquí

$$\frac{d\tau}{dt} = -\operatorname{sen} \epsilon. \frac{d\zeta}{dt} + p \\ \operatorname{cos} \epsilon. \frac{d\zeta}{dt} = q. \operatorname{cos} \tau - r. \operatorname{sen} \tau$$

deducidos de las fórmulas (3), obtendremos

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{l} B. \operatorname{sen} \tau. \frac{dq}{dt} + C. \operatorname{cos} \tau. \frac{dr}{dt} + (A-C). p r. \operatorname{sen} \tau + \\ + (B-A). pq. \operatorname{cos} \tau = \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \end{array} \right.$$

La primera de las fórmulas (9), introduciendo en ella los valores (10), nos dará

$$A. \operatorname{sen} \epsilon. \frac{dp}{dt} + B. \operatorname{cos} \epsilon. \operatorname{cos} \tau. \frac{dq}{dt} - C. \operatorname{sen} \tau. \operatorname{cos} \epsilon. \frac{dr}{dt} + \\ + \frac{d\epsilon}{dt} (Ap. \operatorname{cos} \epsilon - Bq. \operatorname{cos} \tau. \operatorname{sen} \epsilon + Cr. \operatorname{sen} \epsilon. \operatorname{sen} \tau) - \\ - \frac{d\tau}{dt} (Bq. \operatorname{sen} \tau. \operatorname{cos} \epsilon + Cr. \operatorname{cos} \tau. \operatorname{cos} \epsilon) = \frac{\partial U}{\partial \zeta}$$

y poniendo aquí en lugar de $\frac{d\epsilon}{dt}$, $\frac{dr}{dt}$ sus valores deducidos de (3),

deducidos de (3),

$$\frac{dr}{dt} = -\operatorname{sen} \epsilon \cdot \frac{d\zeta}{dt} + p = -\operatorname{tag} \epsilon \cdot (q \cdot \cos \tau - r \cdot \operatorname{sen} \tau) + p$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = q \cdot \operatorname{sen} \tau + r \cdot \cos \tau$$

$$\cos \epsilon \cdot \frac{d\zeta}{dt} = q \cdot \cos \tau - r \cdot \operatorname{sen} \tau$$

así, como también el valor de $\frac{dp}{dt}$ deducido de (11),

llegaremos después de fáciles simplificaciones, a la relación

$$(13) \left\{ \begin{array}{l} B \cdot \cos \tau \cdot \frac{dq}{dt} - C \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \frac{dr}{dt} = \\ -(B-A) \cdot pq \operatorname{sen} \tau - (C-A) \cdot pr \cos \tau = \\ \frac{1}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \zeta} - \frac{\partial U}{\partial \tau} \operatorname{sen} \epsilon \right) \end{array} \right.$$

De las ecuaciones (12) y (13) por suma y resta de las mismas, después de multiplicadas respectivamente por $\operatorname{sen} \tau$ y $\cos \tau$ primero, y después por $\cos \tau$ y $\operatorname{sen} \tau$

llegaremos a las ecuaciones siguientes, a las que hacemos proceder la fórmula (11),

$$(14) \left\{ \begin{array}{l} \text{A. } \frac{dp}{dt} + (C-B). \text{ qr} = \frac{\partial U}{\partial \tau} \\ \text{B. } \frac{dq}{dt} + (A-C). \text{ pr} = \\ \frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \xi} - \frac{\partial U}{\partial \tau} \cdot \text{sen } \epsilon \right) + \text{sen } \tau \cdot \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \\ \text{C. } \frac{dr}{dt} + (B-A). \text{ pq} = \\ \frac{\text{sen } \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \xi} - \frac{\partial U}{\partial \tau} \cdot \text{sen } \epsilon \right) + \cos \tau \cdot \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \end{array} \right.$$

Estas son *nuestras* tres ecuaciones *correlativas*, pero distintas, a las de Euler, en las cuales las sumas de los momentos de las fuerzas exteriores con relación a los ejes principales han sido expresadas por medio de ξ , ϵ , τ

y de las derivadas parciales $\frac{dU}{d\xi}$, $\frac{dU}{d\epsilon}$, $\frac{dU}{d\tau}$.

La función de las fuerzas U depende de ξ , ϵ , τ y de t . Las fórmulas (3) y (14) constituyen un sistema de seis ecuaciones diferenciales simultáneas de primer orden con las incógnitas ξ , ϵ , τ , p , q , r , que no pueden ser integradas rigurosamente.

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN U DE LAS FUERZAS.

Esta dificultad se resuelve calculando un valor muy aproximado de U teniendo en cuenta la doble circunstancia favorable de que el radio medio de la Tierra es pequeño con relación a las distancias que la separan de la Lu-

na y del Sol, y además que las superficies de nivel de la Tierra son poco distintas de la forma esférica.

Sean:

O el centro de la Tierra;

A, B, C los momentos principales de inercia de la Tierra con relación al centro O;

M la masa de la Tierra;

O₁ el centro de gravedad del Sol;

$\rho = OO_1$ distancia del centro de la Tierra al centro del Sol;

I el momento de inercia de la Tierra con relación a la recta OO₁;

M₁ la masa del Sol.

Como los segundos miembros de las ecuaciones (14)

no contienen más que las derivadas parciales $\frac{\partial U}{\partial \zeta}$, $\frac{\partial U}{\partial \epsilon}$, $\frac{\partial U}{\partial \tau}$,

en la expresión de la función de fuerzas U se puede prescindir de los términos independientes de ζ , ϵ , τ , puesto que ellos darán derivadas nulas que no entrarán en dichos segundos miembros. La expresión de U se simplifica entonces y queda reducida a

$$U = f. M_1. \frac{A + B + C - 3I}{2\rho^3} \quad (15)$$

en donde f es una constante. La demostración de esta fórmula puede encontrarla el lector en la página 378 del Tomo II de la *Mecánica Celeste* de Tisserand, antes citada, haciendo idéntico razonamiento al que allí se formula para nuestros ángulos ζ , ϵ , τ .

Sean ahora:

α , β , γ , las coordenadas del punto O, con relación a los ejes Ox₁, Oy₁, Oz₁, ligados invariablemente a la Tie-

ra y que son los ejes principales de inercia para el punto O ; un conocido teorema de Mecánica da

$$I = A \left(\frac{\alpha_i}{\rho} \right)^2 + B \left(\frac{\beta_i}{\rho} \right)^2 + C \left(\frac{\gamma_i}{\rho} \right)^2$$

y como además

$$\gamma_i^2 = \rho^2 - \alpha_i^2 - \beta_i^2$$

resultará, sustituyendo en (15) estos valores y prescindiendo de los términos independientes de ξ , ϵ , τ como son A, B, C, la igualdad

$$U = \frac{3}{2} \text{ f. M}_1 \cdot \frac{(C-A) \alpha_i^2 + (C-B) \beta_i^2}{\rho^5} \quad (16)$$

La función de fuerzas U quedará completa, incluyendo en ella la influencia de la Luna. Sean pues:

M_1 : la masa de la Luna;

$\rho' = OO'$, la distancia de su centro de gravedad al de la Tierra;

α'_i , β'_i las coordenadas de O' , relacionadas a los ejes Ox_i , Oy_i .

Con estos elementos formaremos un término semejante al segundo miembro de (16), por la cual, en definitiva se tendrá

$$U = \frac{3}{2} \text{ f. M}_1 \cdot \frac{(C-A) \alpha_i^2 + (C-B) \beta_i^2}{\rho^5} + \frac{3}{2} \text{ f. M}'_1 \cdot \frac{(C-A) \alpha_i'^2 + (C-B) \beta_i'^2}{\rho'^5} \quad (17)$$

Veamos ahora como esta expresión aproximada de U depende de los ángulos ξ , ϵ , τ .

Llamemos α , β , γ las coordenadas de O , con relación a los ejes fijos OX , OY , OZ ; las fórmulas de transformación (1) nos darán

$$\begin{aligned} \alpha_i &= a \alpha + a' \beta + a'' \gamma \\ \beta_i &= b \alpha + b' \beta + b'' \gamma \\ \gamma_i &= c \alpha + c' \beta + c'' \gamma \end{aligned}$$

siendo α, β, γ funciones de t . Los ángulos ζ, ϵ, τ están introducidos solamente por los nueve cosenos a, b, c, \dots . Las fórmulas (2) nos dan

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial a'}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial a''}{\partial \tau} = 0$$

$$\frac{\partial b}{\partial \tau} = + \operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta + \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta = c$$

$$\frac{\partial b'}{\partial \tau} = - \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta + \cos \tau \cdot \cos \zeta = c'$$

$$\frac{\partial b''}{\partial \tau} = \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \epsilon = c''$$

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta - \operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta = -b$$

$$\frac{\partial c'}{\partial \tau} = - \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \zeta = -b'$$

$$\frac{\partial c''}{\partial \tau} = \cos \tau \cdot \cos \epsilon = -b''$$

$$\frac{\partial \alpha_i}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial \beta_i}{\partial \tau} = c \alpha + c' \beta + c'' \gamma = \gamma_i$$

$$\frac{\partial \gamma_i}{\partial \tau} = -b \alpha - b' \beta - b'' \gamma = -\beta_i$$

Llamando α' , β' , γ' las coordenadas de O_1 (centro de gravedad de la Luna) con relación a los ejes fijos OX , OY , OZ , existirá igualmente la relación

$$\begin{aligned}\alpha_1' &= a \alpha' + a' \beta' + a'' \gamma' \\ \beta_1' &= b \alpha' + b' \beta' + b'' \gamma' \\ \gamma_1' &= c \alpha' + c' \beta' + c'' \gamma'\end{aligned}$$

siendo α' , β' , γ' funciones de t : de modo que llegaremos también a las igualdades

$$\frac{\partial \alpha_1'}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial \beta_1'}{\partial \tau} = \gamma_1' \quad \frac{\partial \gamma_1'}{\partial \tau} = -\beta_1'$$

Sustituyendo estos valores en (17), después de tomar la derivada parcial con relación a τ en ambos miembros, llegaremos a

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = 3 \text{ f. } M_1 (C-B) \cdot \frac{\beta_1 \cdot \gamma_1}{\rho^3} + 3 \text{ f. } M_1' (C-B) \cdot \frac{\beta_1' \cdot \gamma_1'}{\rho'^3}$$

y la primera de las ecuaciones (14) nos dará

$$\begin{aligned}A \cdot \frac{dp}{dt} + (C-B) \text{ q. r.} &= \\ &= 3 \text{ f. } (C-B) \cdot \left[M_1 \cdot \frac{\beta_1 \cdot \gamma_1}{\rho^3} + M_1' \cdot \frac{\beta_1' \cdot \gamma_1'}{\rho'^3} \right]\end{aligned} \quad (18)$$

Para transformar en forma análoga la segunda de las ecuaciones (14), conviene expresar U sólo en función de α , γ , α' , γ' escribiendo

$$\begin{aligned}U &= \frac{3}{2} \text{ f. } M_1 \cdot \frac{(B-A) \alpha^2 + (B-C) \cdot \gamma^2}{\rho^3} \\ &+ \frac{3}{2} \text{ f. } M_1' \cdot \frac{(B-A) \cdot \alpha'^2 + (B-C) \cdot \gamma'^2}{\rho'^3}\end{aligned} \quad (19)$$

después de lo cual consignaremos

$$\begin{aligned} \frac{\partial a}{\partial \epsilon} &= \text{sen } \epsilon \cos \zeta & \frac{\partial b}{\partial \epsilon} &= \text{cos } \epsilon \cos \tau \cos \zeta \\ \frac{\partial a'}{\partial \epsilon} &= \text{sen } \epsilon \text{ sen } \zeta & \frac{\partial b'}{\partial \epsilon} &= \text{cos } \epsilon \cos \tau \text{ sen } \zeta \\ \frac{\partial a''}{\partial \epsilon} &= \text{cos } \epsilon & \frac{\partial b''}{\partial \epsilon} &= \text{sen } \epsilon \cos \tau \end{aligned}$$

$$\frac{\partial c}{\partial \epsilon} = \text{cos } \epsilon \text{ sen } \tau \cos \zeta$$

$$\frac{\partial c'}{\partial \epsilon} = \text{sen } \tau \cos \epsilon \text{ sen } \zeta$$

$$\frac{\partial c''}{\partial \epsilon} = \text{sen } \tau \text{ sen } \epsilon$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial \epsilon} = \alpha \text{ sen } \epsilon \cos \zeta + \beta \text{ sen } \epsilon \text{ sen } \zeta - \gamma \cos \epsilon$$

$$\frac{\partial \beta_1}{\partial \epsilon} = \alpha \cos \epsilon \cos \tau \cos \zeta + \beta \cos \epsilon \cos \tau \text{ sen } \zeta + \gamma \text{ sen } \epsilon \cos \tau$$

$$\frac{\partial \gamma_1}{\partial \epsilon} = \alpha \cos \epsilon \text{ sen } \tau \cos \zeta - \beta \text{ sen } \tau \cos \epsilon \text{ sen } \zeta - \gamma \text{ sen } \tau \text{ sen } \epsilon$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial a}{\partial \zeta} &= \text{sen } \zeta \cos \epsilon = a' & \frac{\partial b}{\partial \zeta} &= b' \\ \frac{\partial a'}{\partial \zeta} &= \text{cos } \epsilon \cos \zeta = a & \frac{\partial b'}{\partial \zeta} &= b \\ \frac{\partial a''}{\partial \zeta} &= 0 & \frac{\partial b''}{\partial \zeta} &= 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial c}{\partial \zeta} = -\operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta + \cos \zeta \cdot \cos \tau = c'$$

$$\frac{\partial c'}{\partial \zeta} = -\operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta - \operatorname{sen} \zeta \cdot \cos \tau = -c$$

$$\frac{\partial c''}{\partial \zeta} = 0$$

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial \zeta} = \alpha a' - \beta a \qquad \frac{\partial \beta_1}{\partial \zeta} = \alpha b' - \beta b$$

$$\frac{\partial \gamma_1}{\partial \zeta} = c' \alpha - c \beta$$

Fijámonos sólo en el primer término del segundo miembro de la igualdad (19), puesto que el segundo término se escribe inmediatamente por analogía con el primero, y llevando los valores anteriores a la expresión.

$$\frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \zeta} - \operatorname{sen} \epsilon \cdot \frac{\partial U}{\partial \tau} \right) + \operatorname{sen} \tau \cdot \frac{\partial U}{\partial \epsilon}$$

encontraremos la cantidad

$$\begin{aligned} & \operatorname{sen} \tau \cdot \{ (B-A) \alpha_1 \cdot (-\alpha \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta + \beta \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \gamma \cdot \cos \epsilon) + \\ & + (B-C) \gamma_1 \cdot (\alpha \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \zeta - \beta \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \\ & - \gamma \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau) \} + \\ & + \frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \{ (B-A) \alpha_1 \cdot (\alpha a' - \beta a) + (B-C) \gamma_1 \cdot (c' \alpha - c \beta) + \\ & + \operatorname{sen} \epsilon \cdot (B-C) \gamma_1 \cdot \beta \} \end{aligned}$$

que puede escribirse como sigue:

$$\begin{aligned}
 & (\mathbf{A}-\mathbf{B}) \alpha_1 \cdot [\alpha (\operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta \cdot \operatorname{sen} \tau + \operatorname{sen} \zeta \cdot \cos \tau) + \\
 & \quad + \beta (-\operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta \cdot \operatorname{sen} \tau + \cos \zeta \cdot \cos \tau) + \gamma \cdot \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau] + \\
 & + (\mathbf{B}-\mathbf{C}) \gamma_1 \cdot [\alpha (\cos \epsilon \cdot \operatorname{sen}^2 \tau \cdot \cos \zeta - \operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta \cdot \cos \tau + \\
 & \quad + \cos^2 \tau \cdot \frac{\cos \zeta}{\cos \epsilon} + \operatorname{tag} \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta \cdot \operatorname{sen} \tau - \operatorname{sen}^2 \epsilon \cdot \cos^2 \tau \cdot \frac{\cos \zeta}{\cos \epsilon}) + \\
 & \quad + \beta (-\operatorname{sen}^2 \tau \cdot \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \cdot \operatorname{sen} \zeta \cdot \cos \tau - \\
 & \quad - \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta + \operatorname{sen}^2 \epsilon \cdot \cos^2 \tau \cdot \frac{\operatorname{sen} \zeta}{\cos \epsilon} + \\
 & \quad + \operatorname{tag} \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \zeta) + \\
 & \quad + \gamma (-\operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen}^2 \tau - \cos^2 \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon)]
 \end{aligned}$$

Realizando operaciones simplificatorias, obtendremos

$$\begin{aligned}
 (\mathbf{A}-\mathbf{B}) \alpha_1 \cdot (\alpha c + \beta c' + \gamma c'') + (\mathbf{B}-\mathbf{C}) \gamma_1 \cdot (\alpha a + \beta a' + \gamma a'') &= \\
 = (\mathbf{A}-\mathbf{B}) \alpha_1 \cdot \gamma_1 + (\mathbf{B}-\mathbf{C}) \gamma_1 \cdot \alpha_1 = (\mathbf{A}-\mathbf{C}) \alpha_1 \cdot \gamma_1
 \end{aligned}$$

por lo que podremos establecer

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{B} \cdot \frac{dq}{dt} + (\mathbf{A}-\mathbf{C}) pr = \\
 & = 3 f. (\mathbf{A}-\mathbf{C}) \cdot \left[M_1 \cdot \frac{\alpha_1 \gamma_1}{\rho^2} + M_1' \cdot \frac{\alpha_1' \gamma_1'}{\rho'^2} \right] \quad (20)
 \end{aligned}$$

Procediendo de un modo análogo con la tercera de las ecuaciones (14) y concretando los cálculos al primer término de la función \mathbf{U} definida por la ecuación (17), ha-

ciendo abstracción por el momento de factores constantes, encontraremos

$$\begin{aligned}
 & \cos \tau [(C-A) \alpha_1 \cdot (-\alpha \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta + \beta \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \gamma \cdot \cos \epsilon) + \\
 & \quad + (C-B) \beta_1 \cdot (-\alpha \cdot \cos \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta + \beta \cdot \cos \epsilon \cdot \cos \tau \operatorname{sen} \zeta + \\
 & \quad + \gamma \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \tau)] \\
 & - \frac{\operatorname{sen} \tau}{\cos \epsilon} [(C-A) \alpha_1 \cdot (\alpha a' - \beta a) + (C-B) \beta_1 \cdot (\alpha b' - \beta b) - \\
 & \quad - \operatorname{sen} \epsilon (C-B) \cdot \beta_1 \cdot \gamma_1] = \\
 & = (C-A) \alpha_1 \cdot [\alpha (-\cos \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos \zeta + \operatorname{sen} \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta) + \\
 & \quad + \beta (\cos \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta + \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \zeta) + \gamma (-\cos \epsilon \cdot \cos \tau)] + \\
 & + (B-C) \beta_1 \cdot [\alpha (\cos^2 \tau \cdot \cos \epsilon \cdot \cos \zeta + \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta + \\
 & \quad + \frac{\operatorname{sen}^2 \tau}{\cos \epsilon} \cdot \cos \zeta - \\
 & \quad - \frac{\operatorname{sen}^2 \tau}{\cos \epsilon} \cdot \operatorname{sen}^2 \epsilon \cdot \cos \zeta - \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \tau \cdot \operatorname{sen} \zeta) + \\
 & \quad + \beta (-\cos^2 \tau \cdot \cos \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta + \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta - \\
 & \quad - \frac{\operatorname{sen}^2 \tau}{\cos \epsilon} \cdot \operatorname{sen} \zeta + \\
 & \quad + \frac{\operatorname{sen}^2 \tau}{\cos \epsilon} \cdot \operatorname{sen}^2 \epsilon \cdot \operatorname{sen} \zeta - \operatorname{tag} \epsilon \cdot \operatorname{sen} \tau \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta) + \\
 & \quad + \gamma (-\operatorname{sen} \epsilon \cdot \cos^2 \tau - \operatorname{sen}^2 \tau \cdot \operatorname{sen} \epsilon)] = \\
 & = (C-A) \alpha_1 (\alpha b + \beta b' + \gamma b'') + (B-C) \beta_1 (\alpha a + \beta a' + \gamma a'') = \\
 & = (C-A) \alpha_1 \beta_1 + (B-C) \alpha_1 \beta_1 = (B-A) \alpha_1 \beta_1
 \end{aligned}$$

por lo que resultará

$$C \cdot \frac{dr}{dt} + (B-A) pq = 3 f. (B-A) \left[M_1 \cdot \frac{\alpha_1 \beta_1}{\rho^5} + M_1' \cdot \frac{\alpha_1' \beta_1''}{\rho'^5} \right] \quad (21)$$

Las ecuaciones (20) y (21) pudieron deducirse de la (18) por razones de analogía simétrica: pero hemos pre-

ferido hacer los anteriores cálculos directos para demostrar así la certeza de nuestras fórmulas (14), que hemos establecido en parangón con las de Euler. Las ecuaciones (18), (20) y (21) se deducen también de las fórmulas de Euler, por un procedimiento idéntico al anterior.

Para que se aprecie la diferencia entre nuestras fórmulas (14) y las de Euler, escribimos a continuación las ecuaciones de este ilustre matemático que operó con los ángulos φ , ψ , θ distintos completamente a los nuestros ζ , ϵ , τ :

$$\left. \begin{aligned} \text{A. } \frac{dp}{dt} + (C-B)qr &= \frac{\text{sen } \varphi}{\text{sen } \theta} \left(\frac{\partial U}{\partial \psi} + \cos \theta \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right) - \cos \varphi \frac{\partial U}{\partial \theta} \\ \text{B. } \frac{dq}{dt} + (A-C)rp &= \frac{\cos \varphi}{\text{sen } \theta} \left(\frac{\partial U}{\partial \psi} - \cos \theta \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right) + \text{sen } \varphi \frac{\partial U}{\partial \theta} \\ \text{C. } \frac{dr}{dt} + (B-A)pq &= \frac{\partial U}{\partial \varphi} \end{aligned} \right\} (22)$$

Aun cuando estas ecuaciones (22) son distintas a las (14), existe entre ambos grupos una notable semejanza en la forma, que viene a confirmar nuestra vieja tesis de que en algunas ramas del Análisis Matemático se puede establecer una especie de dualidad, muy parecida a la que existe en Geometría.

Forma que toman nuestras ecuaciones (14) cuando los ángulos ζ , ϵ se miden en sentido inverso.

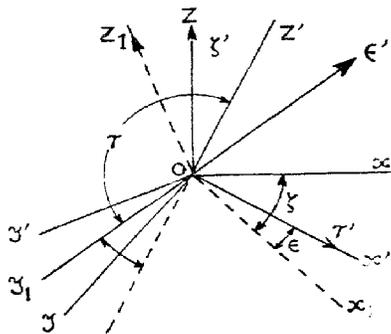
Este cambio de sentido se traduce inmediatamente en las fórmulas (2), que pasan entonces a convertirse en

$$(23) \left\{ \begin{aligned} a &= \cos \zeta \cdot \cos \epsilon \\ a' &= \cos \epsilon \cdot \text{sen } \zeta \\ a'' &= \text{sen } \epsilon \\ b &= \text{sen } \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \cos \zeta - \text{sen } \zeta \cdot \text{sen } \tau \\ b' &= \text{sen } \epsilon \cdot \cos \tau \cdot \text{sen } \zeta + \text{sen } \tau \cdot \cos \zeta \\ b'' &= -\cos \tau \cdot \cos \epsilon \\ c &= -\text{sen } \tau \cdot \text{sen } \epsilon \cdot \cos \zeta - \text{sen } \zeta \cdot \cos \tau \\ c' &= -\text{sen } \tau \cdot \text{sen } \epsilon \cdot \text{sen } \zeta + \cos \zeta \cdot \cos \tau \\ c'' &= \text{sen } \tau \cdot \cos \epsilon \end{aligned} \right.$$

pues basta poner — ζ , — ϵ , en las fórmulas (2), en lugar de ξ , ϵ .

En cuanto a las componentes p , q , r de la rotación instantánea según los ejes móviles Ox_1 , Oy_1 , Oz_1 , debemos hacer una observación muy importante a lo que dijimos en las páginas 11, 12 y 13 de nuestro citado folleto *Nuevas Fórmulas de Transformación de Coordenadas*. Allí tomamos para el vector ϵ' que representa la velocidad angular del movimiento de rotación alrededor del eje Oy_1 , (que tiene una significación distinta al que ahora designamos con las mismas letras), un *sentido diferente* al adoptado para los otros dos vectores ζ' y τ' . Vamos a explicarnos.

Generalmente se conviene que la *dirección* de un vector representativo de una velocidad angular, es aquella en que colocado el observador de modo tal sobre el vector que éste le entre por los pies y le salga por la cabeza, el movimiento de rotación se verifica de *izquierda a la derecha* del observador. Con este convenio previo, veremos en la figura 3 que para pasar de los ejes Ox y z



—Figura 3—

a los Ox' , Oy' , Oz' es preciso realizar los tres movimientos de rotación siguientes:

1º—Alrededor del eje Oz hay que hacer girar el ángulo xOy hasta que Ox coincida con Ox_1 , en cuyo caso

Oy tomará la posición Oy₁. Tenemos así el vector ξ' cuyo sentido positivo es el mismo del eje Oz, pues colocado el observador en la posición antes indicada, el movimiento de rotación se verifica desde su izquierda hacia su derecha.

2º—Prolongando la recta Oy₁, se tendrá así la dirección *positiva* del vector ϵ' , pues colocado en este sentido el observador, verá la rotación consistente en pasar, en el plano ZOx₁x', el ángulo ZOx₁ a la posición z₁Ox' girando el ángulo ϵ .

3º—Como las rectas Oy₁, Oz₁, Oy', Oz' se encuentran en un mismo plano perpendicular a Ox', será posible realizar una rotación alrededor de Ox' llevando al ángulo y₁Oz₁ a ocupar la posición y'Oz' mediante un giro igual a $\tau - \frac{\pi}{2}$. El vector τ' tendrá la misma dirección positiva que el eje coordenado Ox', pues colocado el observador en la posición antes indicada verá la rotación realizarse de izquierda a derecha.

Tenemos así, en resumen: los vectores τ' y ξ' tienen las mismas direcciones *positivas* que los ejes coordenados Ox' y Oz; en cambio, el vector ϵ' tendrá una dirección *negativa*, si admitimos, como es corriente, que la dirección positiva del eje del cual forma parte sea Oy₁.

Al calcular, en el folleto antes citado, el valor de las componentes p, q, r sobre los ejes móviles Ox', Oy', Oz' de la rotación instantánea, resultante de las tres rotaciones ξ', ϵ', τ' efectuadas alrededor de Oz, Oy₁, Ox' supusimos que el vector ϵ' tenía su dirección positiva según Oy₁; resultaban así las igualdades

$$(24) \left\{ \begin{array}{l} p = \frac{d\tau}{dt} + \text{sen } \epsilon \cdot \frac{d\xi}{dt} \\ q = \text{sen } \tau \cdot \frac{d\epsilon}{dt} - \text{cos } \epsilon \cdot \text{cos } \tau \cdot \frac{d\xi}{dt} \\ r = \text{cos } \tau \cdot \frac{d\epsilon}{dt} + \text{cos } \epsilon \cdot \text{sen } \tau \cdot \frac{d\xi}{dt} \end{array} \right.$$

las que son verdaderas admitiendo que en el vector ϵ' el sentido positivo es Oy_1 , aun cuando el observador situado con la cabeza en y_1 y los pies en O vea el movimiento de rotación producirse de su derecha a la izquierda: o sea en una dirección contraria a lo que ocurre en los ejes de rotación Oz y Ox' , donde el sentido positivo de la rotación, y por tanto de los vectores ξ', τ, τ' es de izquierda a derecha.

Para suprimir este antagonismo o doble convenio, y hacer que exista una verdadera hermenéutica en las fórmulas (24), hay que tomar para sentido positivo del vector ϵ' el indicado en la figura 3, o sea según la prolongación de la recta Oy_1 . Entonces bastará poner en las fórmulas (24) — ϵ' en lugar de ϵ' , sin variar por eso el sentido en que se toma el ángulo ϵ : resultando así

$$(25) \left\{ \begin{array}{l} p = \frac{d\tau}{dt} + \operatorname{sen} \epsilon \frac{d\xi}{dt} \\ q = - \operatorname{sen} \tau \frac{d\epsilon}{dt} - \cos \epsilon \cos \tau \frac{d\xi}{dt} \\ r = - \cos \tau \frac{d\epsilon}{dt} + \cos \epsilon \operatorname{sen} \tau \frac{d\xi}{dt} \end{array} \right.$$

que son las aplicadas en el estudio del problema que ahora nos ocupa.

Si en estas fórmulas (25) ponemos — ξ , — ϵ en lugar de ξ , ϵ respectivamente, obtenemos las fórmulas (3) antes empleadas.

Operando con las fórmulas (25) y (23), llegaremos a las ecuaciones finales

$$(26) \begin{cases} \text{A. } \frac{dp}{dt} + (C-B) \cdot qr = -\frac{\partial U}{\partial r} \\ \text{B. } \frac{dq}{dt} + (A-C) pr = -\frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \zeta} - \text{sen } \epsilon \cdot \frac{\partial U}{\partial r} \right) - \text{sen } \tau \cdot \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \\ \text{C. } \frac{dr}{dt} + (B-A) pq = -\frac{\text{sen } \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial U}{\partial \zeta} - \text{sen } \epsilon \cdot \frac{\partial U}{\partial r} \right) - \cos \tau \cdot \frac{\partial U}{\partial \epsilon} \end{cases}$$

que son las mismas ecuaciones (14) poniendo en ellas $-\epsilon$, $-\zeta$ en lugar de ϵ y ζ . La marcha de estos cálculos es exactamente igual a los antes desarrollados. De las ecuaciones (26) se deducen también las (18), (20) y (21), usando las (23).

Ecuaciones canónicas de Hamilton expresadas por medio de nuestros ángulos ζ , ϵ , τ .

Sabido es que las ecuaciones canónicas del movimiento dadas por Hamilton son las seis siguientes:

$$(27) \begin{cases} \frac{dq_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_1} & \frac{dq_2}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_2} & \frac{dq_3}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_3} \\ \frac{dp_1}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_1} & \frac{dp_2}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_2} & \frac{dp_3}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_3} \\ p_1 = \frac{\partial T}{\partial q'_1} & p_2 = \frac{\partial T}{\partial q'_2} & p_3 = \frac{\partial T}{\partial q'_3} \\ q'_1 = \frac{dq_1}{dt} & q'_2 = \frac{dq_2}{dt} & q'_3 = \frac{dq_3}{dt} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} H &= K - U \\ K &= p_1 \cdot q'_1 + p_2 \cdot q'_2 + p_3 \cdot q'_3 - T \end{aligned}$$

siendo q_1, q_2, q_3 tres parámetros que dependen del tiempo. Las letras T y U tienen el mismo significado anterior, o sea T representa la fuerza viva de la Tierra y U es la función de fuerzas, calculada anteriormente.

Las ecuaciones (27) son de primer orden y en número de seis: ellas determinan las seis variables $q_1, q_2, q_3, p_1, p_2, p_3$ en función del tiempo y de seis constantes arbitrarias. Para encontrar el movimiento de la Tierra, basta hallar los valores de los parámetros q_1, q_2, q_3 en función del tiempo, puesto que éstos son los únicos que intervienen en la determinación de la posición de nuestro planeta.

Haciendo, como en el caso en que aplicamos las ecuaciones de Lagrange,

$$\begin{aligned} q_1 &= \zeta & q_2 &= \epsilon & q_3 &= \tau \\ q'_1 &= \zeta' = \frac{d\zeta}{dt} & q'_2 &= \epsilon' = \frac{d\epsilon}{dt} & q'_3 &= \tau' = \frac{d\tau}{dt} \\ p_1 &= \xi_1 = \frac{\partial T}{\partial \zeta'} & p_2 &= \epsilon_1 = \frac{\partial T}{\partial \epsilon'} & p_3 &= \tau_1 = \frac{\partial T}{\partial \tau'} \end{aligned}$$

veremos que las tres primeras de las fórmulas (10) nos darán

$$(28) \begin{cases} \xi_1 = Ap \operatorname{sen} \epsilon + \cos \epsilon (Bq \cos \tau - Cr \operatorname{sen} \tau) \\ \epsilon_1 = Bq \operatorname{sen} \tau + Cr \cos \tau \\ \tau_1 = Ap \end{cases}$$

de donde sacamos

$$(29) \begin{cases} Ap = \tau_1 \\ Bq = \frac{\xi_1 - \tau_1 \operatorname{sen} \epsilon}{\cos \epsilon} \cdot \cos \tau + \epsilon_1 \operatorname{sen} \tau \\ Cr = \frac{\tau_1 \operatorname{sen} \epsilon - \xi_1}{\cos \epsilon} \cdot \operatorname{sen} \tau + \epsilon_1 \cos \tau \end{cases}$$

y la expresión (4) de la fuerza viva se convierte en

$$2T = \frac{1}{A} \cdot \tau_1^2 + \frac{1}{B} \left(\frac{\zeta_1 - \tau_1 \cdot \text{sen } \epsilon}{\cos \epsilon} \cdot \cos \tau + \epsilon_1 \cdot \text{sen } \tau \right)^2 + \frac{1}{C} \left(\frac{\tau_1 \cdot \text{sen } \epsilon - \zeta_1}{\cos \epsilon} \cdot \text{sen } \tau + \epsilon_1 \cdot \cos \tau \right)^2 \quad (30)$$

Como las coordenadas x, y, z , por medio de las fórmulas (1) y (2), se expresan por medio de q_1, q_2, q_3 sin que el tiempo t figure explícitamente, estamos entonces en el caso de ser

$$K = T$$

(Véase *Traité de Mécanique Rationnelle*, por Paul Appell. Tomo II, pág. 5, 1896). La función de Hamilton H valdrá

$$H = T - U$$

y las ecuaciones canónicas (27) se escribirán así

$$(31) \left\{ \begin{array}{l} \frac{d\zeta}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \zeta_1} \qquad \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \epsilon_1} \\ \frac{d\tau}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \tau_1} \\ \frac{d\zeta_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \zeta} \qquad \frac{d\epsilon_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \epsilon} \\ \frac{d\tau_1}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \tau} \\ H = T - U \end{array} \right.$$

en donde U es una función conocida de ζ, ϵ, τ y de t ; T es una función de $\zeta, \epsilon, \tau, \zeta_1, \epsilon_1, \tau_1$, definida por la fórmula (30).

Expresión aproximada de la función H

En la página 381 del Tomo II del *Traité de Mécanique Céleste*, de Tisserand (París, 1891) se demuestra que

$$\frac{U}{T} < \frac{1}{4\,000\,000}$$

lo que indica que la relación $\frac{U}{T}$ es muy pequeña, de modo que se puede intentar la integración de las ecuaciones (31) en una primera aproximación suponiendo que

$$U = 0 \quad H = T \left(1 - \frac{U}{T} \right) = T$$

convirtiéndose entonces dichas ecuaciones en

$$\left. \begin{array}{l} \frac{d\xi}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \xi} ; \quad \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \epsilon} ; \quad \frac{d\tau}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \tau} \\ \frac{d\xi}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \xi} ; \quad \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \epsilon} ; \quad \frac{d\tau}{dt} = \frac{\partial T}{\partial \tau} \end{array} \right\} (32)$$

que serán las que deben integrarse.

Ecuación a las derivadas parciales de Jacobi, empleando nuestras variables ξ, ϵ, τ .

En las ecuaciones canónicas (32), T es una función homogénea de segundo grado con relación a q'_1, q'_2, q'_3 ; y de segundo grado de las letras p_1, p_2, p_3 como indica claramente la igualdad (30). En virtud de las ecuaciones (10), resultará que T es una función de $p_1, p_2, p_3, q_1, q_2, q_3$ sin que el tiempo t figure explícitamente.

Estamos, pues, en condiciones de aplicar el Teorema de Jacobi fundado en que las ecuaciones canónicas (32)

son las ecuaciones características de la ecuación a las derivadas parciales de primer orden siguiente

$$\frac{\partial V}{\partial t} + T \left(\frac{\partial V}{\partial q_1}, \frac{\partial V}{\partial q_2}, \frac{\partial V}{\partial q_3}, q_1, q_2, q_3, t \right) = 0 \quad (33)$$

obteniéndose el primer miembro de esta ecuación con sólo escribir $\frac{\partial V}{\partial t}$ más lo que llega a ser la función T cuando en ella se reemplazan los parámetros

$$p_1 = \zeta, \quad p_2 = \epsilon, \quad p_3 = \tau,$$

respectivamente por

$$\frac{\partial V}{\partial q_1}, \quad \frac{\partial V}{\partial q_2}, \quad \frac{\partial V}{\partial q_3}$$

Hamilton había demostrado que conociendo las integrales generales de las ecuaciones del movimiento puestas en forma canónica (31), se puede deducir una integral completa de la ecuación a las derivadas parciales.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + H \left(\frac{\partial V}{\partial q_1}, \frac{\partial V}{\partial q_2}, \frac{\partial V}{\partial q_3}, q_1, q_2, q_3, t \right) = 0 \quad (34)$$

Jacobi completó dicho teorema demostrando que, recíprocamente, si se conoce una integral completa cualquiera de esta ecuación a las derivadas parciales, se pueden deducir las integrales generales de las ecuaciones del movimiento. Esta ecuación a las derivadas parciales, llamada por Appell *ecuación de Jacobi*, es elegida de modo tal que las ecuaciones (31) del movimiento sean las ecuaciones diferenciales de las características, según el método conocido de integración de las ecuaciones a las derivadas parciales de primer orden.

Con el valor aproximado $U = 0$, vimos que $H = T$, y entonces la ecuación (34) se convierte en la (33).

Sustituyendo, pues, en (33) los parámetros p_1 , p_2 , p_3 por las derivadas

$$\frac{\partial V}{\partial q_1}, \quad \frac{\partial V}{\partial \xi}, \quad \frac{\partial V}{\partial q_2}, \quad \frac{\partial V}{\partial \epsilon}, \quad \frac{\partial V}{\partial q_3}, \quad \frac{\partial V}{\partial \tau}$$

como lo pide el Teorema de Jacobi, tendremos que hacer en la expresión (30) de T los cambios siguientes

$$\zeta_1 \rightarrow \frac{\partial V}{\partial \xi}, \quad \epsilon_1 \rightarrow \frac{\partial V}{\partial \epsilon}, \quad \tau_1 \rightarrow \frac{\partial V}{\partial \tau}$$

resultándonos así la ecuación final

$$\left. \begin{aligned} & \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2A} \left(\frac{\partial V}{\partial \tau} \right)^2 + \\ & + \frac{1}{2B} \left[\frac{\cos \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial V}{\partial \xi} - \frac{\partial V}{\partial \tau} \right) + \frac{\partial V}{\partial \epsilon} \right] + \\ & + \frac{1}{2C} \left[\frac{\sin \tau}{\cos \epsilon} \left(\frac{\partial V}{\partial \tau} - \frac{\partial V}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial V}{\partial \epsilon} \right] = 0 \end{aligned} \right\} (35)$$

Esta es una ecuación a las derivadas parciales de primer orden, conteniendo cuatro variables independientes t , ξ , ϵ , τ ; y será necesario encontrar una solución V encerrando tres constantes arbitrarias. La investigación directa de dicha solución presenta serias dificultades: por lo que la abordaremos en próximos artículos si la bondad del Director de esta Revista y de sus lectores nos lo permiten.

**LA DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LAS
PRESIONES Y SUS VARIACIONES PERIÓDICAS
Y ACCIDENTALES**

**Influencia que ejercen sobre el estado del tiempo en Cuba el paso de las áreas
de altas y bajas presiones migratorias.**

OSCAR RIVERY ORTIZ,
SUB-DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL.

La distribución general de las presiones sobre la superficie del globo y sus variaciones en las distintas épocas del año ofrece características tan notables que el meteorologista que se dedica a la predicción del tiempo ha de tenerlas muy en cuenta, según podrá apreciarse en el desarrollo del presente estudio que, como cuantos llevamos publicados en el BOLETÍN DEL OBSERVATORIO NACIONAL, dedicamos, no al profesional a quien es forzoso suponerle el conocimiento de cuanto vamos a exponer, si no al aficionado amante de la Ciencia Meteorológica—que tan bellas y útiles enseñanzas encierra—en nuestro empeño por difundir esos conocimientos que, pese a su importancia, tan poca consideración han merecido en nuestros programas de enseñanza, dando lugar a que la opinión se extravíe al seguir falsos derroteros en detrimento a la ciencia que cultivamos y a la cultura en general.

Cuando se observa la distribución general media anual de las presiones en la forma que se reproduce en la figura No. 1 debida a Alexander Buchan—*Bartholomew's Physical Atlas, Volumen III. Meteorology*—se advierte a primera vista una faja de bajas presiones en la región

ecuatorial, que rodea a todo el planeta de modo más o menos regular, y a ambos lados de la misma, en las latitudes medias, tanto en el hemisferio Norte como en el Sur, dos fajas, irregulares también, de altas presiones con centros, en el hemisferio Norte, en el océano Pacífico, en el Atlántico y en el continente asiático, y que en el hemisferio Sur los presenta en el océano Pacífico, en el Atlántico, en el Océano Indico y en Australia.

Además de ello se advierten en el hemisferio Norte dos áreas extensas de bajas presiones relativas, una en la zona de las islas Aleutinas, extendida desde el mar de Okhotsk hasta el golfo de Alaska, y otra en la zona comprendida entre Groenlandia e Islandia, extendida a su vez desde la bahía de Baffin hasta el mar de Barents.

La faja de altas presiones de las latitudes medias en el hemisferio Sur, las presenta mejor distribuidas que las del hemisferio Norte, y limitadas por la isobara de 759.5 mm., que corre casi a lo largo del paralelo 40° S, y por debajo del cual se inicia un área pronunciada de bajas presiones, de forma anular, que rodea al continente antártico, sobre cuyo casquete polar dominan presiones relativamente altas, que no aparecen en la proyección cilíndrica de Buchan, pero que tendremos oportunidad de ver en las figuras 3 y 5. En el casquete polar ártico y sobre Groenlandia, a su vez, dominan también altas presiones relativas, a las que tendremos necesidad de referirnos muy en breve.

La faja irregular de bajas presiones tropicales debe su origen a la acción conjunta de una causa térmica y una mecánica: la primera está representada por las elevadas temperaturas que durante todo el año prevalecen en esta zona, y la segunda por la acción deflectante ejercida por los vientos generales del Oeste en ambos hemisferios.

La faja anular antártica, comprendida aproximadamente entre los paralelos 40° y 70° Sur, con un valor anual medio de 740 mm., tiene un origen exclusivamente mecánico y se debe al esfuerzo combinado de la presión que ejercen hacia el Norte los vientos generales del Oeste, que en el hemisferio Sur se caracterizan por su dureza —*rugir de los cuarenta*— y por la presión de la compo-

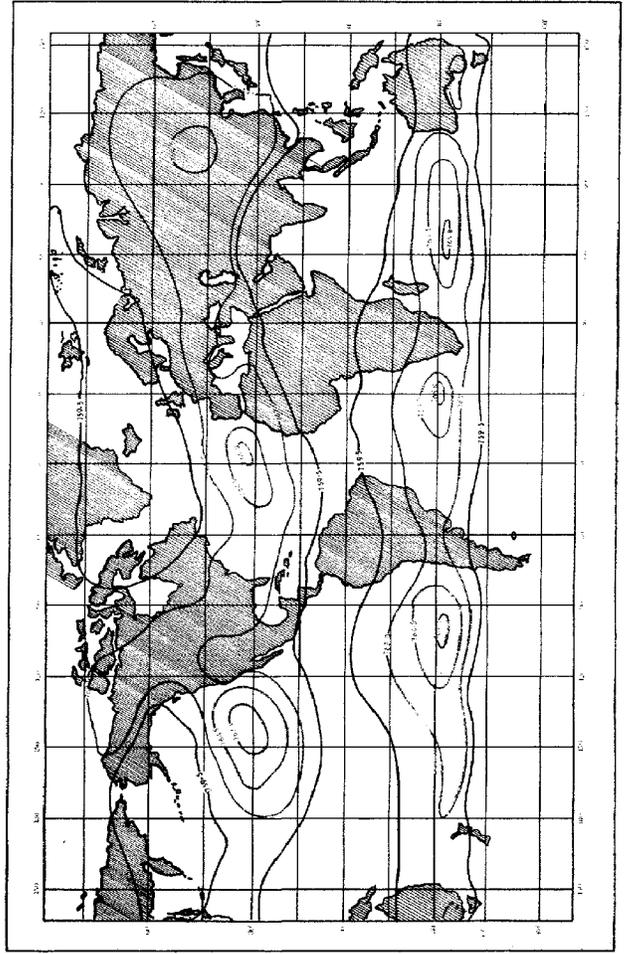


Figura No 1 M. Román, n.º.

nente Este-Oeste de los vientos vigorosos del SE que descienden del continente antártico.

Las bajas presiones relativas comprendidas entre las altas de las latitudes medias y las del casquete polar ártico y Groenlandia, no ofrecen ni la regularidad ni la persistencia de sus similares en el hemisferio Sur que acabamos de considerar, si no que más bien pueden considerarse como fragmentarias, y tan sólo están bien definidas las dos regiones de bajas del área oceánica Groenlandia-Islandia y de las islas Aleutinas. Estas dos áreas de bajas presiones, aunque tienen un origen térmico común, difieren mucho entre sí tanto por su persistencia como por las modalidades que afectan.

La primera—Groenlandia-Islandia—baja en la diferencia de temperaturas entre el océano y los casquetes permanentes de hielo que cubren a dichas islas la diferencia térmica necesaria para su formación y mantenimiento. En efecto, la corriente ecuatorial, forzada por el continente norteamericano a inclinarse hacia el Norte tomando su nombre de *corriente del Golfo*, corre después al Este y al Nordeste bajo el nombre de *corriente del Atlántico*, y mientras que una de sus ramas desaparece al llegar al mar de Groenlandia, otra corre hacia el mar de Barents, dotando a toda la región comprendida entre él y la bahía de Baffin de temperaturas más elevadas que las tierras situadas al Norte, dando lugar a que los vientos corran hacia el océano, y al ser deflectados por la rotación terrestre se establece una circulación ciclónica alrededor del área de bajas.

La segunda—región de las Aleutinas—se provoca también por la diferencia de temperaturas entre las más elevadas del océano y los casquetes de hielo que cubren a las penínsulas de Kamchatka y Alaska, a las tierras adyacentes de Siberia y a las propias islas, y cuya diferencia de temperaturas es muy marcada en los meses de invierno, pero que desaparece e invierte durante los meses de verano al despojarse esas tierras de las capas de hielo que las cubrían. Por esta razón el área de bajas oceánicas a que nos estamos refiriendo recibe el nombre de *semi-permanente*.

Las fajas de altas presiones que en ambos hemisferios se encuentran entre los paralelos 30° y 35°, tienen un ori-

gen esencialmente mecánico. Los vientos generales del Oeste, en virtud de su exceso de fuerza centrífuga, tienden a desviarse hacia el Ecuador, remontando la convexidad del planeta, y los del Este—alisios—en virtud de su deficiencia de fuerza centrífuga tienden a desviarse hacia los polos en sus respectivos hemisferios. Las masas atmosféricas comprendidas entre ambas corrientes, por tanto, estarán sometidas a una compresión que ha de ser más enérgica sobre las vastas extensiones del océano, que es donde los alisios son más vigorosos y constantes.

Dentro de estas fajas de altas presiones se forman a su vez, como puede observarse en la figura, en las cercanías de los paralelos 35° N. y 32° S., centros semi-permanentes en los que son más pronunciados los máximos. Así tenemos dos centros en el océano Pacífico, uno al SW de California y otro al Oeste de la costa de Chile; dos centros en el océano Atlántico, uno en las cercanías de las Azores y otro al Oeste de la costa occidental del África meridional, y, finalmente, otro en el océano Índico, entre las costas de África y de Australia.

A estos cinco centros de máximas puede añadirse un sexto, menos persistente, de carácter que pudiéramos llamar transitorio, pero no menos interesante para el meteorologista cubano, y que aunque no aparece señalado en la figura se desarrolla en las aguas de las Bermudas, con más frecuencia en los meses de invierno.

Aunque las causas mecánicas que señalamos antes contribuyen al desarrollo de estos centros, la causa principal reside en las temperaturas relativamente bajas de las regiones en que ellos se crean, y para comprobar este extremo bastaría una ligera inspección de las cartas de temperaturas de Buchan contenidas en el Atlas de Bartholomews.

Las altas presiones que se observan de modo permanente en el casquete polar Ártico y Groenlandia, y también sobre el casquete polar Antártico, son debidas exclusivamente a la radiación. En estas regiones dominan durante todo el año temperaturas extremadamente frías, debido a la elevación de sus montañas y a la pronunciada radiación que se produce desde las superficies heladas hacia una atmósfera relativamente limpia, despojada de nubes en virtud de las corrientes de aire superior que

descienden sobre ellas, activada a su vez por las corrientes que se precipitan por las laderas de sus elevadas montañas. Estas superficies de radiación son indispensables para el establecimiento y mantenimiento de temperaturas bajas, que no son posibles en aquellas regiones que no estén rodeadas de sistemas montañosos elevados, a menos que sus masas tengan mayor densidad que las de las capas atmosféricas situadas al mismo nivel.

Según Abbot y Aldrich ⁽¹⁾, la nieve, además de reflejar el 70% del calor que recibe, emite ondas largas de radiación, adecuadas a su temperatura. De esta manera, las temperaturas bajas se mantienen sobre estas regiones no tan sólo durante el invierno, cuando la circulación del viento y el enfriamiento del hielo son las únicas fuentes que le suministran calor a la atmósfera, si no en los días continuados del verano polar.

Las corrientes de aire provocadas de la manera que hemos explicado, dan lugar a los vientos persistentes del SE que dominan sobre el continente Antártico, quizás con la única excepción de la propia región polar. Estos mismos vientos, aunque menos vigorosos, se registran en Groenlandia y sus cercanías, y tanto en una como en otra región, según Humphreys—*Physics of the Air*—y principalmente en el continente Antártico, en virtud de su frialdad continuada, ejercen una influencia marcada en la circulación general de la atmósfera en sus respectivos hemisferios, y de no existir las vastas extensiones perpetuamente cubiertas de hielo de las regiones polares esa circulación sería menos vigorosa y muy distinta.

El mapa de Buchan a que hasta ahora nos hemos venido refiriendo, ofrece tan sólo los valores de la distribución general anual *media*, cosa que no es bastante para lograr el adecuado concepto de su comportamiento real durante el transcurso del año. A este efecto debemos recordar que Sir Norman Lockyer, refiriéndose al empleo de los valores medios a que tan aficionados son los meteorologistas y climatologistas en general, decía que *el método de las medias constituye el verdadero medio de no conocer nunca la verdad*. Y como en efecto, cuan-

(1) Abbot y Aldrich. "Proc. Nat. Acad." Sci. 1916.

do se emplean los valores medios se eliminan las características más interesantes de los fenómenos, que están representados por sus valores extremos, en lo sucesivo nos referiremos a las figuras números 2, 3, 4 y 5, correspondientes a los meses de enero y julio en ambos hemisferios.

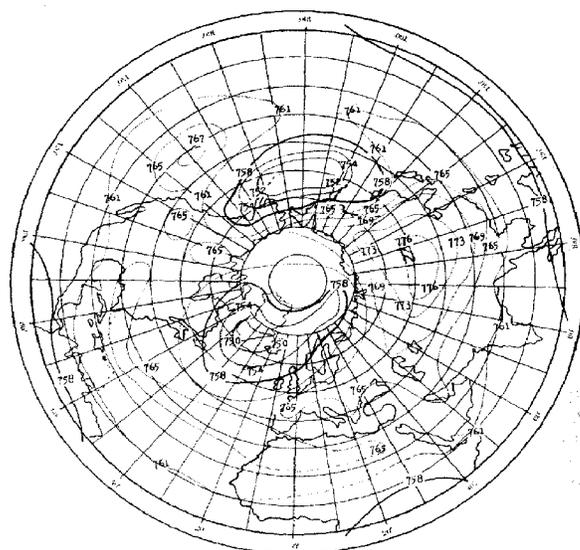


Figura No 2

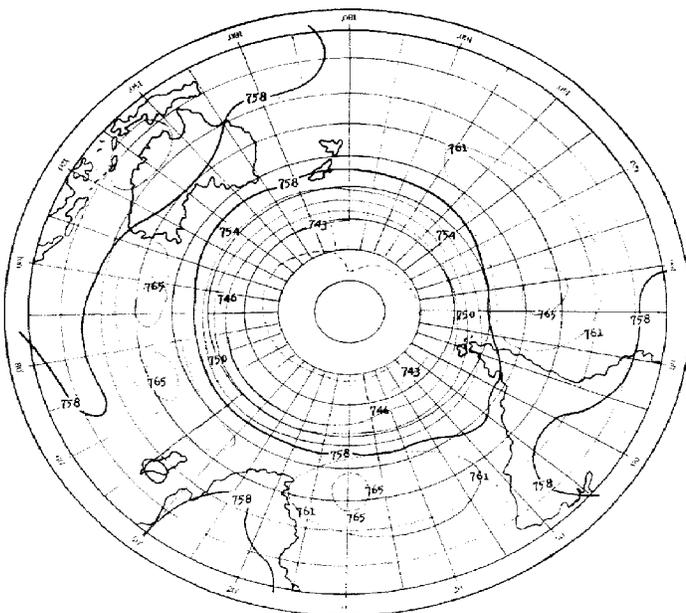
O. Bivory.

En la figura No. 2, correspondiente al mes de enero —invierno en el hemisferio Norte— encontramos:

a) Un área pronunciada de bajas presiones en el océano Atlántico, en la región Groenlandia-Islandia, limitada por la isobara de 758 milímetros.

b) Un área similar sobre el Pacífico en la región de las islas Aleutinas, extendida desde la península de Kamchatka a la de Alaska, limitada por la isobara de 758 mm., con un valor central de 752.

c) Un área de altas presiones pronunciadas sobre el continente asiático, con un valor central de 776 mm., extendida sobre el continente europeo y los mares de la China y del Japón, que están prácticamente encerrados por la isobara de 765 mm.

Figura N^o 3

O. Rivery

d) Dos áreas de altas presiones del orden de 765 mm. sobre el continente norteamericano, situadas sobre las porciones occidentales del Canadá y de los Estados Unidos.

e) Un área de altas presiones sobre el océano Atlántico—*alta de las Azores*—con un valor central de 765 mm.

también, y otra sobre el Pacífico—alta *norte del Pacífico*—con un valor central de 767 mm.

f) Altas relativas sobre el casquete polar y Groenlandia, y, finalmente,

g) Bajas presiones a lo largo de la faja ecuatorial.

Para el mismo mes, y correspondiendo con el verano en el hemisferio Sur, se observan en la figura No. 3:

a) Tres áreas de altas presiones del orden de 765 mm., una en el Pacífico, otra en el Atlántico y la última, con dos centros, en el océano Indico.

b) Un área extensa de bajas presiones extendidas sobre los meridianos 75° y 175° E., con una región central sobre Australia del orden de 754 mm., y que se limita sobre los océanos Indico y Pacífico por la isobara de 758 mm.

c) Bajas presiones relativas sobre las porciones meridionales de la América del Sur, África y Madagascar, limitadas también por la isobara de 758 mm.

d) Bajas presiones muy pronunciadas, de forma anular, con su mínimo alrededor de la costa del continente Antártico, y limitadas por los paralelos 40° y 70° Sur, y

e) Altas presiones relativas sobre el casquete polar Antártico.

En la figura No. 4, correspondiente al mes de julio—verano en el hemisferio Norte—notamos:

a) Bajas presiones pronunciadas sobre el continente asiático, con un valor mínimo de 747 mm. sobre Afganistán, y limitadas por la isobara de 758 que penetra hasta el límite occidental de Europa, Arabia y gran parte de los océanos Indico y Pacífico.

b) Bajas presiones relativas sobre el continente norteamericano, con centros limitados por la isobara de 758 sobre el golfo de California y de 754 sobre la bahía de Hudson y sobre el área Groenlandia-Islandia.

c) Altas presiones pronunciadas sobre el océano Atlántico—*alta de las Azores*—con un valor central de 769 mm. y con isobaras límites que penetran hasta el SW de Europa y SE de la América del Sur, incluyendo las Antillas.

d) Altas presiones del orden de 765 mm. sobre el Pacífico del Norte, con sus isobaras límites cubriendo el área de las Aleutinas y el golfo de Alaska.

e) Altas presiones relativas sobre el casquete polar y Groenlandia.

f) Bajas presiones relativas en la faja ecuatorial.

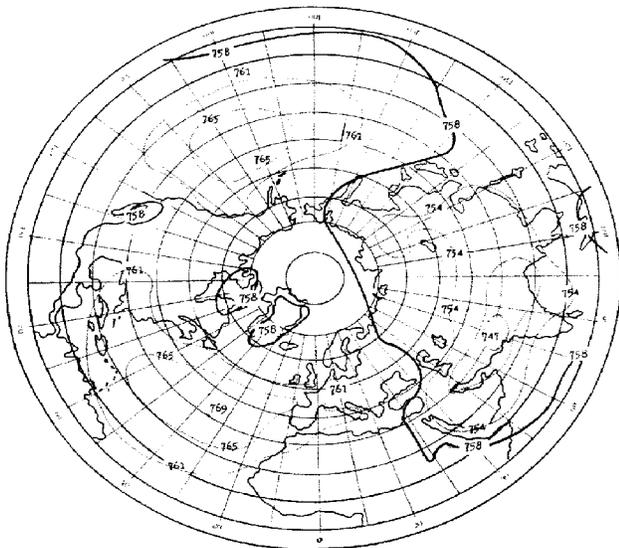


Figura No 4

O. Rivery.

En la figura No. 5, correspondiente al mes de julio —invierno en el hemisferio Sur— encontramos:

a) Un área extensa de bajas presiones rodeando al continente Antártico, con un mínimo valor en la línea de la costa, y cuyas isobaras límites penetran hasta las cercanías del paralelo 40° S.

- b) Bajas presiones relativas en la zona ecuatorial.
 c) Altas presiones en el Atlántico del Sur, con centro de 767 mm., extendidas sobre el extremo Sur del continente africano, donde se observa un centro del mismo valor.

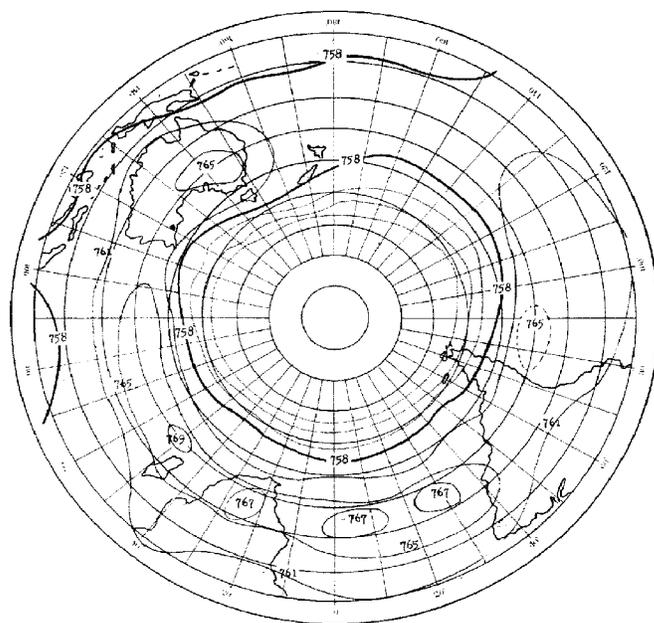


Figura No 5

O. Rivery.

- d) Altas presiones también sobre el océano Pacífico, del orden de 765 mm., extendidas hasta el meridiano 135° W.

- e) Altas presiones en el océano Indico, con un valor central de 769 mm.

f) Altas presiones sobre Australia con un valor central de 765 mm.

g) Altas presiones relativas sobre el casquete polar Antártico.

Todos los centros de altas presiones que acabamos de señalar bajo las letras c, d, e y f) forman en realidad un mismo sistema, unidos por la isobara de 761, y cuyo sistema se extiende prácticamente desde el meridiano 170° E., sobre los océanos Indico, Atlántico y Pacífico, hasta el 135° W.

Cuando se examinan conjuntamente las figuras 2 y 4 —invierno y verano, respectivamente, en el hemisferio Norte—se nota a primera vista:

1°—Que el área extensa de la región Groenlandia-Islandia, que en el mapa de enero cubre una extensión notable, aparece reducida en el mapa de julio y desplazada hacia el Oeste, con dos centros distintos: uno limitado por la isobara de 758 mm. sobre Groenlandia, y el otro limitada por la isobara de 754 sobre el estrecho de Hudson.

2°—Que el área de bajas presiones de las Aleutinas, que en el mapa de enero cubría una gran extensión, no aparece en el mapa de julio, habiendo sido invadida esa región por las altas presiones del Norte del Pacífico.

3°—Que las altas presiones que con valor central de 776 mm. cubrían el continente asiático en el mapa de enero, han sido sustituidas por bajas presiones del orden de 747 mm. en el mapa de verano.

4°—Que las altas presiones que aparecían sobre el continente americano en el mapa de invierno han sido sustituidas por bajas presiones en el mapa de verano.

5°—Que tanto las altas presiones del Atlántico del Norte como las del Pacífico del Norte aparecen más extendidas y mejor definidas en el mapa de verano que en el de invierno.

Haciendo las mismas comparaciones con las figuras 3 y 5, correspondientes a los meses de verano e invierno en el hemisferio Sur, encontramos:

6°—Que las bajas presiones que en el mapa de verano aparecen sobre las porciones de los continentes america-

no y africano, y sobre Australia y Madagascar, limitadas por la isobara de 758 mm., han sido sustituidas en el invierno por áreas de altas presiones distribuidas en la siguiente forma: un centro sobre Australia de 765 mm.; otro de 769 al Sur de Madagascar, y otro de 767 en el extremo meridional de Africa.

7°—Que en el Atlántico del Sur las altas presiones se han intensificado, ofreciendo dos centros de 767 mm., uno al Este de la América del Sur y otro al Oeste del continente africano.

8°—Que las bajas presiones ecuatoriales que en el mapa de verano penetraban más abajo del paralelo 40° S., han sido rechazadas hasta las cercanías del Ecuador, desapareciendo del hemisferio en una gran porción de él.

9°—Que la faja anular de bajas presiones del continente Antártico no se han alterado de manera sensible.

Si nos fuera dable reproducir los mapas de las distribuciones de las presiones sobre la superficie del globo para cada mes, de la manera que lo hace Sir Napier Shaw en su *Comparative Meteorology*—de donde hemos tomado las figuras 2, 3, 4 y 5 a que nos estamos refiriendo—fácil sería darnos cuenta de la influencia que en su aparente recorrido de la eclíptica ejerce el Sol sobre la distribución general de las presiones. Pero ante la imposibilidad de hacerlo así, intentaremos la explicación de los cambios sufridos bajo el mismo orden numérico que los acabamos de señalar.

1°—Teniendo un origen puramente termal el área de bajas presiones de la región Groenlandia-Islandia, como explicamos antes, y siendo en el invierno más pronunciado el gradiente térmico entre las aguas del océano y las tierras cubiertas de hielo, al llegar el verano y producirse el deshielo han de penetrar en el océano corrientes frías que atenúan el gradiente, dando lugar a que el mínimo de presión se traslade a la parte Sur de Groenlandia y a la bahía de Hudson, que siendo cerrada y pese a las corrientes frías que penetran en ella por la acción del deshielo, absorbe en el verano gran parte del calor reflejado por las tierras que le circundan.

2ª—El área de baja de las Aleutinas, creada como ya sabemos por una diferencia térmica pronunciada duran-

te los meses de invierno cuando estaban cubiertas por los hielos las tierras situadas al Norte, no puede subsistir en verano cuando se produce el deshielo, pues entonces las capas de aire en contacto con ellas son más calientes, nivel por nivel, que las situadas sobre el océano, invirtiéndose las condiciones y dando lugar a que las altas presiones del Pacífico se extiendan sobre la extensa área que antes ocupaban las bajas.

3, 4 y 6.—Como la superficie de la tierra no es continua ni homogénea, pues unas porciones están cubiertas por las aguas y otras por las tierras con sus sistemas de montañas, y no es simétrica tampoco la distribución de las porciones sólidas y de las porciones líquidas, los mares en el invierno tendrán temperaturas menos elevadas que las tierras, y en el verano serán más elevadas las de estas últimas, dando lugar a que las tierras sean el asiento de las bajas presiones durante el verano, y de las altas en el invierno.

En latitud 45° las tierras son generalmente más calientes que las aguas en el verano, y las zonas de altas presiones situadas entre los paralelos 30° y 35° en el hemisferio Norte, se ven interrumpidas por los continentes americano, africano y asiático, principalmente estos dos últimos, donde se crean áreas pronunciadas de baja presión. De esta manera se explica por qué las áreas de altas presiones que en el mapa de invierno aparecían sobre la América del Norte y Asia, se conviertan en centros de bajas en verano.

Las mismas consideraciones son aplicables a los centros de altas que durante el invierno en el hemisferio Sur—figura No. 5—se crean sobre Australia, al Sur de Madagascar y en la parte meridional de Africa.

5 y 7.—Como alrededor de las altas de las Azores y del Pacífico del Norte se establece una circulación anticiclónica durante todo el año, el exceso de masa continental en el hemisferio Norte dará lugar a que en el verano sea más pronunciada la diferencia de temperaturas entre las aguas y las tierras continentales, y más extensas y mejor definidas las altas oceánicas, principalmente en el Atlántico del Norte, donde los continentes están menos apartados. Consideraciones semejantes son aplicables al Atlántico del Sur, pues aunque los conti-

nentes africano y sud-americano están mucho más separados, el contraste de temperaturas es suficiente para la creación de los dos centros de máxima a que antes nos hemos referido.

8.—Como el ecuador térmico se desplaza en el mapa de julio—figura No. 2—hacia el hemisferio Norte, siguiendo la marcha del Sol, y retrocede al hemisferio Sur en el mapa de enero, las bajas ecuatoriales han de ocupar mayor espacio en este último.

9.—Teniente un carácter exclusivamente mecánico la baja anular antártica, poca ha de ser la influencia que sobre ella pueda ejercer la posición del Sol en la eclíptica.

Si la distribución general de las presiones se fuera modificando mes a mes, a medida que se verifican los cambios de estaciones, la desaparición de las áreas de altas o de bajas semi-permanentes, y la modificación de las permanentes—cambios *periódicos*—tendrían lugar dentro de la mayor sencillez. Pero la circulación general de la atmósfera da lugar a que las presiones experimenten cambios *accidentales*, provocados por el paso de esos grandes sistemas atmosféricos denominados *ciclones* y *anti-ciclones* que de manera tan sencilla han sido explicados por la escuela noruega.

J. Bjerknes y H. Solberg—*Geofysiske Publikationer*, Vol. III, No. 1—aplicando la teoría del *Frente Polar* a la circulación general de la atmósfera, dicen:

“La fuente de la energía de la circulación general de la atmósfera reside en el contraste de temperaturas entre las regiones polares y ecuatorial. El sistema de movimiento que se encierra bajo el nombre de **circulación general** tiende a suavizar el contraste de aire polar, transportando aire polar a las regiones ecuatoriales y vice-versa”.

“La forma más sencilla de este sistema, un viento alisio en la superficie, desde las regiones polares a las ecuatoriales, y un contra-alisio en sentido opuesto, no puede tener lugar en las altas latitudes debido al efecto provocado por la rotación terrestre. El alisio, después de recorrida una cierta distancia hacia el Sur, adquiere un componente vigorosa hacia el Oeste que teóricamente debe alcanzar 460 metros por segundo si su recorrido hacia el Ecuador se completase. Del mismo modo el contra-alisio debería alcanzar una enorme componente hacia el Este en su recorrido desde el ecuador a los polos”.

“El sistema de los alisios y contra-alisios, por tanto, puede establecerse únicamente en las bajas latitudes, donde el efecto de la rotación terrestre es todavía moderado. En la zona templada se establece un sistema de movimiento mucho más completo. El viento alisio procedente del polo se divide en distintas ramas de corrientes polares, entre las que permanecen abiertos canales para las distintas ramas de corrientes contra-alisios-tropi-

“cales. De este modo el contra-alisio de la zona templada no se presenta tan sólo como una corriente superior encaminada al polo, sino como una corriente tropical al nivel de la superficie”.

“Las corrientes polares después de iniciadas como corrientes del Norte se van desviando y transformando en corrientes del NE o del ENE; del mismo modo las corrientes que se inician del Sur se desvían y transforman en corrientes del SW. o del WSW. De esta manera obtenemos un sistema alternado de corrientes polares y tropicales, unas al lado de las otras, girando en espiral alrededor del eje terrestre”.

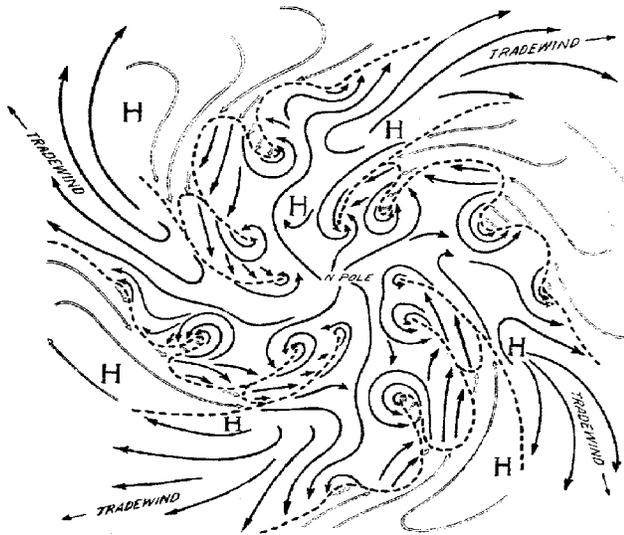


Figura No 6

H: Altas. Tradewind: Alisios.

“Estas corrientes se impiden mutuamente llegar a obtener los grandes componentes Oeste-Este y Este-Oeste que deberían esperarse del efecto impuesto por la rotación terrestre”.

“Entre el límite de una corriente polar y otra tropical situada al Este de ella, las dos corrientes se deflecan una de otra de manera que se provoca un déficit de aire directamente encima de la región de su mutuo límite. El sistema de baja presión provocado de esta manera corresponde a una familia de ciclones. La familia de ciclones consiste, por tanto, en un fenómeno de límite entre el flanco izquierdo de una corriente polar y la corriente tropical adyacente”. Cada uno de los ciclones de la familia transforma el límite entre las dos corrientes—frente polar—en una curva

“sinuosa complicada que cambia de forma constantemente. Más aún: la corriente polar llevará consigo todos los remolinos de los ciclones que des-
“aparecen, de modo que cada partícula ejecuta necesariamente complicados
“movimientos antes de llegar a los trópicos”.

“La formación de los ciclones como un fenómeno de límite entre una
“corriente polar y otra tropical constituye un freno natural contra las enor-
“mes componentes Oeste-Este y Este-Oeste que de no ser así se producirían
“entre ambas corrientes. Tan pronto como una corriente polar del Este
“y una corriente tropical del Oeste se robustecen, se forma un ciclón entre
“ambas, provocando un mutuo envolvimiento que disminuye sus diferencias
“de velocidades. Una partícula de aire polar, corriendo del polo a los tró-
“picos, se va poniendo sucesivamente bajo la influencia de los distintos
“ciclones de la familia. Cada ciclón desvía el movimiento de la partícula
“del Este al Norte, o aún al Oeste, de modo que puede continuar su movi-
“miento hacia los trópicos sin que llegue a obtener una componente de
“velocidad hacia el Oeste”.

“Un segundo freno contra las grandes componentes Este-Oeste y Oeste
“Este actúa donde una corriente polar bordea a una corriente tropical si-
“tuada al Este de ella. Las dos corrientes, en virtud de la rotación terrestre,
“se comprimen una a otra de modo que se ven impedidas de adquirir las
“velocidades que de otro modo les impondría la rotación terrestre. El re-
“sultado de esta mutua compresión se traduce en una acumulación de masas
“de aire encima de la región del mutuo límite de las dos corrientes, o en
“el espacio donde se realiza la presión, dando lugar a la formación de una
“alta. Este proceso representa la formación de los anticiclones migratorios.
“Un anticiclón migratorio se forma como un fenómeno de límite entre el
“flanco derecho de una corriente polar y la tropical situada al Oeste de ella”.

“El anticiclón migratorio, por tanto, se forma de este modo entre dos
“familias sucesivas de ciclones, y sigue un movimiento de Oeste a Este al-
“rededor del polo, y consecuentemente se traslada con la misma velocidad
“que la familia de ciclones, aunque con más lentitud que uno cualquiera
“de los ciclones que durante su existencia se traslade desde la parte posterior
“al frente de su familia”.

Acceptando que la circulación general de la atmósfera en las latitudes medias y en la zona tropical tenga lugar en la forma que nos indican Bjerknes y Solberg, es evidente que todas las áreas migratorias de alta y de baja presión—ciclones y anticiclones—al recorrer sus trayectorias y acercarse y cruzar sobre las áreas permanentes, semi-permanentes o transitorias de altas o bajas, han de modificarlas dando lugar a cambios pronunciados en el estado del tiempo.

Como no es posible, dentro del límite a que hemos de ceñirnos en este estudio considerar las innumerables áreas migratorias de altas y bajas presiones del globo, ni siquiera las del hemisferio Norte, nos limitaremos a citar aquellas cuyas trayectorias afectan al estado del tiempo en Cuba.

Durante el verano y el otoño los cambios notables tienen su origen en el paso de los organismos tropicales—depresiones, perturbaciones y huracanes—que al acer-

carse a nuestras costas o cruzar nuestro territorio dan lugar a lluvias más o menos copiosas y a vientos más o menos enérgicos, según la importancia del fenómeno o la distancia a que sus centros pasen de nosotros. Limitándonos a la forma más enérgica, diremos que los huracanes consisten en vastos remolinos de corrientes de aire que rodean a una porción más o menos extensa y circular donde el aire está en calma.

Estos organismos generalmente se engendran en una zona comprendida entre los paralelos 10° y 25° N. y meridianos 50° y 95° W. Algunas veces hacen su aparición en ella ya formados, o en períodos de formación, procedentes de longitudes más orientales, aunque según Fassig ⁽²⁾ el 90% se forma dentro del área citada antes. La zona de máxima frecuencia está comprendida en una faja en dirección Este-Oeste que va desde las islas de Barlovento—Antillas Menores—hasta el Canal de Yucatán. Al Norte y Este de esta zona se encuentran durante todo el año altas presiones más o menos permanentes, por cuya razón los vientos alisios han de establecerse. Sin embargo, éstos se retiran a veces, dando lugar a que en la zona se creen gradientes muy poco pronunciados, propicios para vientos débiles o calmas, temperaturas elevadas, y alto grado de humedad, condiciones éstas que parecen las indicadas para la formación de esas tormentas.

Las trayectorias que ellas describen, en contra a lo que el lego generalmente acepta—y que algunos meteorólogos de la escuela antigua se empeñan en mantener—difieren mucho entre sí para un mismo mes, y no indican tendencia alguna a pasar por determinados lugares en las mismas épocas, pues cuando se trazan sobre un mapa diversos huracanes correspondientes a un mismo mes, a primera vista se nota que no hay dos que recorran una misma trayectoria, y que por el contrario ellas se cruzan y vuelven a cruzar, sin obedecer *ley* alguna, y muchas veces sin describir una segunda rama, es decir, sin afectar la forma parabólica que se les quiere atribuir siempre. Otras veces se producen en forma de lazos descritos en la manera que fuera investigada y enunciada

(2) Fassig: "Hurricanes of the West Indies". "Weather Bureau", Bulletin X.

por primera vez en el campo de la Meteorología por nuestro Director el doctor Millás, y aceptada posteriormente por las principales instituciones del mundo, entre ellas el Weather Bureau de Washington ⁽³⁾.

Siendo tan interesante y sugestivo el tema de las trayectorias de los huracanes de las Antillas, y teniendo el que esto escribe la convicción de que están íntimamente relacionadas con la distribución de las áreas de altas y bajas presiones sobre el Atlántico al Norte de las Antillas, y sobre el continente americano—conclusión a que hemos llegado después de construir y analizar algunos miles de mapas meteorológicos—hemos de afrontarlo algún día con la esperanza de prestar una contribución—no por modesta menos útil—al verdadero estudio de la de la Cielonología Tropical. Por ahora nos limitaremos a repetir que el paso de estos organismos durante el verano y el otoño imponen pronunciadas alteraciones en el estado del tiempo en Cuba.

Durante el invierno y la primavera son los organismos extra-tropicales los que imponen esos cambios al acercarse al trópico de Cáncer. Un estudio documentado y cuidadoso de esos organismos ha sido preparado por los señores Edward H. Bowie y R. Hanson Weightman, meteorólogos del Weather Bureau de Washington, y publicados como Suplementos 1 y 4 del *Monthly Weather Review*, que debe ser consultado frecuentemente por el meteorólogo al estudiar su *situación meteorológica* sobre el mapa del tiempo, a fin de documentarse antes de emitir un pronóstico siempre que uno de esos organismos esté en marcha, o cuando lo estén simultáneamente uno o varios de ellos y otro tropical.

Según los referidos autores, las bajas migratorias continentales se clasifican con el nombre de la región donde hacen su aparición, y así tenemos los tipos *Alberta*, *Norte del Pacífico*, *Norte de las Rocosas*, *Sur del Pacífico*, *Colorado*, *Tejas*, *Este del Golfo*, *Sur del Atlántico* y *Central*. A esta clasificación deben añadirse las *Golfianas* de nuestro doctor Millás, a las que nos referiremos más adelante.

(3) Edward H. Bowie: "Anomalous Storm Tracks". M. W. R. March 1922.

Las bajas del tipo *Alberta* parecen consistir en desprendimientos de la baja de las Aleutinas, pues hacen su aparición en la región del Canadá de donde toman su nombre unas 36 horas después que la presión haya comenzado a bajar en la península de Alaska, y generalmente se mueven hacia el Este, a lo largo de la frontera canadiense, cuando existen altas presiones en la planicie y en la porción central de las Rocosas. Otras veces corren al Sur, a lo largo de la ladera oriental de esas montañas, llegando hasta los estados del Golfo Mexicano, desde donde se inclinan al NE. Ello sucede cuando a continuación de su aparición en Alberta, se crea sobre esta región un área intensa de altas, que parecen forzarlas al Sur. Generalmente van acompañadas de una extensión o *cola* hacia el Sur, que llega a penetrar en Tejas. Estas bajas modifican el estado del tiempo en la mitad occidental de Cuba, donde provocan nublados y lluvias.

Las del tipo *Norte del Pacífico* hacen su aparición en las costas de los Estados de Washington y Oregón, desde donde se mueven al Este, inclinándose muy pocas veces al SE, para alcanzar los Estados del Golfo, desde donde se inclinan al Este o al NE. Esto sucede cuando la baja de las Aleutinas está bien definida y la presión está anormalmente alta sobre Alaska. Las bajas de esta clase pocas veces se presentan solas, siendo lo más común que sean seguidas de otras del mismo tipo, que a veces son más pronunciadas que la original. Muy pocas veces se inclinan al Sur, pero cuando lo hacen son seguidas por olas frías procedentes de Alberta, que llegan a penetrar en el Golfo. Cuando esto sucede se experimentan en la mitad occidental de Cuba vientos calurosos del Sur, seguidos de chubascos al rolar el viento al NW., y, finalmente, se registra un descenso marcado en la temperatura.

Las bajas del tipo *Sur del Pacífico*, se producen en el invierno, cuando la baja de las Aleutinas se traslada al Sur de su posición normal, forzada por altas presiones sobre Alaska y las provincias occidentales del Canadá; se mueven con rapidez al E. o al NE., acompañadas de gran precipitación. Son seguidas, como las anteriores, de olas frías que llegan a sentirse en los Estados

del Golfo, pero que muy pocas veces alcanzan las costas de Cuba.

Las del tipo *Norte de las Rocosas* son semejantes a las de Alberta, aunque poco comunes. Se trasladan rápidamente hacia la región de los Grandes Lagos, y muy pocas veces se inclinan al Sur. Aunque en el invierno van acompañadas de grandes nevadas al Este de las Rocosas, seguidas de olas frías, no pasan suficientemente al Sur para modificar el estado del tiempo en Cuba.

Las del tipo *Colorado* generalmente se presentan como una extensión del tipo Alberta: son de pequeño diámetro, y cuando se desarrollan, absorben a la Alberta, que va perdiendo intensidad con rapidez hasta desaparecer. Como las Norte de las Rocosas, se dirigen a la región de los Grandes Lagos, pero en invierno a veces se inclinan al Sur hasta Oklahoma, desde donde corren al NE. Van acompañadas de lluvias copiosas, y en la primavera provocan grandes tormentas eléctricas. No ejercen influencia alguna sobre el estado del tiempo en Cuba.

Las del tipo *Texas* se caracterizan por sus vientos duros y abundante precipitación, y se desarrollan mejor cuando la presión está alta en los Estados del E. y NW.: se mueven rápidamente hacia el Este y NE., y en invierno provocan nevadas en los Estados del Sur, seguidas por olas frías que se hacen sentir en Cuba, donde se experimentan vientos del Sur antes de su paso y a continuación chubascos duros del NW. y bajas temperaturas.

Las del tipo *Este del Golfo* son semejantes a las anteriores, aunque se engendran más al Este, y como ellas, se mueven con mucha rapidez al E. y NE., adquiriendo gran intensidad al alcanzar las costas del Atlántico, principalmente si coinciden con una baja del tipo Alberta que se mueva a lo largo de la frontera canadiense. Su aparición tiene lugar cuando en el mapa del tiempo no existe signo alguno que lo haga sospechar, pues en todo él se observan altas presiones, más pronunciadas en la región de las Rocosas. En el mapa del aire superior se observa que las corrientes al nivel de arrastre desde esta región se dirigen al SE. o al Sur, mientras que en la superficie prevalecen vientos del Norte en la mitad occidental de los Estados del Golfo, que en la otra mitad

son del NE., con altas temperaturas sobre la Florida. Estas tormentas ejercen una marcada influencia sobre el estado del tiempo en la mitad occidental de Cuba.

Las bajas migratorias del tipo *Sur del Atlántico*, como las anteriores, se desarrollan con mucha rapidez y provocan vientos duros en la costa del Atlántico. Se originan entre las Bahamas y la costa de la Florida, o en el Saco de Charleston y tan sólo provocan en Cuba vientos aspirados del S. al SW., alguna nublazón y pocas lluvias.

Las del tipo *Central* consisten en un grupo de perturbaciones no bien definidas que se desarrollan en las colas de las áreas de bajas que cruzan el continente, en el límite que las separa de las áreas de altas que les siguen: tienen poca intensidad, afectan un área muy pequeña y son de poca duración. No ejercen influencia alguna en el estado del tiempo en Cuba.

Las *Golfianas*, como su nombre lo indica, se originan en el Golfo de México, en las cercanías del Golfo de Campeche, a fines del otoño y principios de la primavera, moviéndose rápidamente al NE. El lugar de su origen parece señalar una causa térmica, pero como en el invierno a veces hacen su aparición en el centro del Golfo, donde las observaciones son escasas, no se puede precisar si son las mismas del Golfo de Campeche, o si se trata de otra clase de depresiones formadas en los bordes del trópico, en cuyo caso tendrían un origen mecánico, en el límite de dos corrientes opuestas, pues su aparición coincide con altas presiones en los Estados del Golfo. Discutiendo con nuestro Director el origen de estas depresiones, él nos ha señalado la posibilidad de que se originen en el Golfo de Tehuantepec, cruzando el istmo de este nombre para hacer su aparición en el Golfo de Campeche.

La rapidez con que se forman estas bajas es tal que muchas veces se construye un mapa de la mañana o de la tarde sin que nada en él las haga sospechar, y al construir el segundo mapa 12 horas después, aparece la baja ya bien definida. La importancia que tienen merece una investigación cuidadosa que la falta de informaciones no nos permite emprender.

Estas bajas ejercen una influencia marcada en el tiempo en Cuba, principalmente en el invierno, provocando vientos calurosos del Sur, nublados y chubascos al rolar el viento al NW., a los que siguen cielos despejados y una baja marcada en la temperatura. Cuando van asociadas a las altas de Alberta, provocan olas frías que se dejan sentir en toda la República.

Las altas continentales, como las bajas a que nos acabamos de referir, toman también el nombre de la región en que hacen su aparición, y así se tienen los tipos *Norte del Pacífico*, *Sur del Pacífico*, *Alberta*, *Rocosas*, *Región de la Planicie* y *Bahía de Hudson*. El predominio de cualquiera de estos tipos debe atribuirse a la circulación general de los vientos en el hemisferio Norte, impuesta por la circulación general de la atmósfera en las distintas épocas del año. Por ejemplo, en invierno, cuando la presión está baja en la región de Alaska y las Aleutinas son más frecuentes los anticiclones de la región del Pacífico, disminuyendo el número de los que aparecen al Sur del Canadá. En la propia estación, cuando la presión está por encima de lo normal en el área de Alaska, es mucho menor el número de los anticiclones del tipo del Norte del Pacífico, mientras aumenta el de los del Sur del Canadá.

Estas consideraciones nos dicen que el meteorologista debe tener en cuenta esas variaciones a fin de predecir el tipo de anticiclón que debe aparecer. Debemos añadir que la distribución de las presiones en el área de Alaska no tan sólo influye en el tipo de anticiclón, sino en las trayectorias de todos los ciclones continentales. En efecto, Bowie y Weightman han demostrado que si el área de bajas de la región de las Aleutinas se encuentra más al Norte de su posición normal, las bajas se moverán a lo largo de la frontera canadiense, mientras que si se encuentra más al Sur de dicha posición, la trayectoria de las bajas será mucho más al Sur, y por tanto, que esas trayectorias se modifican de acuerdo con las modificaciones que sufra la posición de la baja semi-permanente de las Aleutinas.

Los anticiclones del tipo *Norte del Pacífico* hacen su aparición en los Estados del Norte del Pacífico—Wash-

ington y Oregón— y se trasladan con mucha rapidez—unas 660 millas por día—y parecen originarse en descendimientos del área de alta del Norte del Pacífico, que, como ya sabemos, se encuentra al W. de las costas de California. Están relacionadas con barómetro bajo lo normal en el área de Alaska y sobre lo normal en Hawaii. Generalmente se mueven hacia el ESE, desde la costa Norte del Pacífico hasta cruzar el Valle del Mississippi, desde donde se inclinan al Este. Son de poca duración y generalmente se deshacen antes de alcanzar las costas del Atlántico. Ni aun cuando se muevan muy al Sur de su latitud media llegan a influir de manera sensible en el estado del tiempo en Cuba.

Los del tipo *Sur del Pacífico* parecen tener el mismo origen que las anteriores, cuando el centro del área de alta permanente del Norte del Pacífico se encuentra al Sur de su posición normal. También se mueven con mucha rapidez—unas 620 millas por día—y coinciden con bajas presiones en el área de Alaska. Sus trayectorias corren primero desde el mar al N. o al NE., a lo largo de la costa, inclinándose al E. cuando han penetrado en tierra, y después de cruzar las Rocosas corren por lo general al SE., disipándose en el Valle del Mississippi, siendo contadas las veces que logran alcanzar las costas del Atlántico, y para eso muy debilitadas. Esta ligera descripción es suficiente para deducir que no ejercen influencia alguna sobre el estado del tiempo en Cuba.

Los anticiclones del tipo *Alberta* constituyen el 50% de los continentales, siendo más frecuentes en el invierno. Su velocidad media de traslación es de unas 600 millas por día; van acompañados de temperaturas muy bajas que provocan verdaderas olas frías, y sus máximos de presión, que frecuentemente son del orden de 787 mm., han alcanzado hasta 800 mm. (enero 1897). Se originan en la provincia canadiense de donde toman su nombre, coincidiendo con presiones sobre lo normal en el área de Alaska y por debajo de lo normal en el Pacífico, en la latitud de las islas Hawaii. Como siempre se mueven hacia el segundo cuadrante, cuando están asociadas con bajas del tipo Sur del Atlántico y con Golfianas—principalmente con estas últimas—cruzan el Golfo, arbolan fuertes marejadas en la costa Norte de Cuba, que a

veces se dejan sentir en el golfo de Guacanayabo, y como están acompañadas por temperaturas muy bajas, provocan en estos casos verdaderas olas frías que se dejan sentir en toda la Isla. Cuando la presión está baja en los golfos de Honduras y Darién, penetran hasta ellos donde dan tan fuertes marejadas que constituyen un peligro cierto para las embarcaciones de poco porte. Constituyen, por tanto, el tipo de anticiclón que el meteorólogo cubano debe observar con mayor atención.

Los anticiclones tipos *Región de la Planicie y Bahía de Hudson* siguen en orden de frecuencia a los anteriores, y por la rapidez con que se trasladan pueden compararse ventajosamente con los *Norte del Pacífico*, pues en invierno llegan a recorrer hasta unas 700 millas por día. Se mueven al SE. sobre las Rocosas, y al alcanzar los valles de Mississippi o de Ohio se inclinan al Este, manteniendo esta última dirección hasta las costas del Atlántico. Van acompañados por bajas temperaturas, y si desde su inicio se han inclinado mucho al Sur, esas temperaturas se hacen sentir en los Estados del Golfo pero muy pocas veces en Cuba.

Los del tipo *Bahía de Hudson*, aunque menos frecuentes que los otros a que nos hemos referido, están caracterizados por la lentitud de su marcha, que pocas veces es mayor de 550 millas por día. Su trayectoria tiene una componente vigorosa al Sur que da lugar a que algunos se trasladen desde la región de los Grandes Lagos hasta los Estados del Este del Golfo. Van acompañados de temperaturas muy bajas, que a veces provocan verdaderas olas frías que si alcanzan la península de la Florida se hacen sentir en Cuba.

Con cuanto acabamos de exponer creemos haber alcanzado el fin que nos proponíamos, es decir, señalar la importancia que a los efectos de la predicción del tiempo, tiene el conocimiento de la distribución general de las presiones y de sus modificaciones periódicas y accidentales, provocadas por los cambios de estación y por las trayectorias de las áreas migratorias de altas y de bajas presiones que se mueven alrededor de Cuba. Sin embargo, debemos señalar que ese conocimiento no es suficiente para lograr el perfecto dominio de la pre-

dicción del tiempo, que constituye un problema muy complejo por las diversas características de los distintos elementos que entran en él. Al mapa sinóptico de la superficie y de otros niveles, y al de las corrientes superiores, es forzoso añadir el análisis de las masas de aire. Y el Observatorio Nacional, legítimo exponente del estudio de la ciencia meteorológica en Cuba en su más alta acepción, se apresta para introducir ese nuevo factor.

LAS TURBONADAS Y LA AVIACIÓN ⁽¹⁾

ERNESTO E. TABÍO,

ENCARGADO DE LA SECCIÓN DE AEROLOGÍA DEL OBSERVATORIO NACIONAL.

Este modesto ensayo va dedicado con afecto a los pilotos de la Aviación Naval, compañeros y alumnos del autor.

De todos los fenómenos de la atmósfera no hay ninguno que exceda a la "turbonada" en belleza y majestad, pero que como contraste, guarda entre sus vistosos penachos y espesas nubes, sorpresas muy desagradables y hasta peligrosas, para el piloto aviador.

Por otra parte, el desfogue de éstas proporciona indiscutible alivio a todo aquel que esté sufriendo las elevadas temperaturas de un día típico de nuestro verano; además ellas suministran a los campos las copiosas lluvias tan necesarias, especialmente en períodos prolongados de sequía.

Afortunadamente para los que están en tierra firme, hay poco que temer de estas tormentas, a no ser por las descargas eléctricas, y ocasionalmente, por fuertes rachas de viento, que casi nunca exceden velocidades del orden de 50 a 60 millas por hora (22 a 27 metros por segundo). En cambio, para los que están volando, los rayos, la visibilidad pobrísima, la turbulencia, y especialmente las violentas corrientes verticales de convección, constituyen un peligro real, que por todos los medios debe tratar de evitarse.

Con el fin práctico de dar a los pilotos aviadores algunos conocimientos básicos de estos fenómenos naturales, vamos a tratar de explicarlos de una manera sencilla.

(1) Tomado de "Marina Constitucional", Año I, No. 1

El número de turbonadas que tienen lugar diariamente en la tierra, es muy grande. Por ejemplo, en una parte tan limitada de Europa como lo es Francia, hay muy pocos días al año en que no se reporten tormentas eléctricas. Según el profesor Brookes, de una investigación hecha en todas las regiones del planeta, el número total de turbonadas por año, es del orden de 16,000,000. De esto deducimos que en cualquier instante habrán unas 1,800 turbonadas en la tierra. Se ha calculado que como consecuencia de estas tormentas eléctricas, habrá unos 100 rayos por segundo, lo que da la elevada suma de 360,000 por hora, simultáneamente, en todo el planeta.

Basándonos en estudios recientes, se puede llegar a la conclusión de que una turbonada normal desarrolla y disipa continuamente una energía eléctrica del orden de 2 a 3 millones de kilowatts, durante las dos o tres horas que normalmente están en actividad.

La distribución geográfica de estas tormentas se puede deducir del hecho físico de que éstas son causadas por la convección vertical del aire húmedo. Por lo tanto, más allá de los círculos polares deberán ser en extremo escasas, especialmente sobre Groenlandia y el Continente Antártico, así como también sobre las regiones desérticas, y según el profesor W. J. Humphreys, en la zona oceánica de los alisios. Por otra parte parece lógico suponer que sean en extremo abundantes en regiones húmedas y de altas temperaturas, características de la zona ecuatorial, en donde hay una alta pluviosidad. La costa oriental de Sur América, de Pernambuco a Bahía, constituye una notable excepción.

En las tierras cercanas a Cuba encontramos notables centros de actividad de estas tormentas, en Tampa, en la península de la Florida, y más lejos, en Santa Fe, New Mexico. El Golfo de Campeche es también región pródiga en turbonadas.

En Cuba son poquísimos, casi ninguno, los datos que se tienen de la distribución de estos fenómenos naturales, pero se puede afirmar con seguridad que son más frecuentes en la parte interior de la Isla que en sus costas.

Las turbonadas se deben siempre a un desequilibrio marcado en la atmósfera; bien por calentamiento des-

igual sobre regiones adyacentes, bien por contraste o choque entre corrientes cálidas y húmedas con corrientes más frías, o polares. Por lo tanto, las primeras reciben el nombre de *turbonadas térmicas* y las segundas el de *turbonadas mecánicas*.

Como ejemplo típico de una turbonada térmica o local, en Cuba, reproducimos este bello fragmento, que se debe al Dr. José Carlos Millás, Director del Observatorio Nacional:

“De todos los meteoros tropicales que más cambian el ambiente, la turbonada, o sea, la clásica y pasajera “tormenta de verano”, es el más frecuente. Comienza por anunciarse casi siempre por hermosísimos cúmulos y cúmulos-nimbos, que dominan el horizonte en determinada región, contrastando de modo notable la blancura y brillo de los llamados “gigantones” con el puro azul del cielo tropical. Después, por encima de las cabezas de esos blancos y altísimos cúmulos, se desbordan masas cirrosas, que van extendiéndose en forma de velo opalino; son los falsos cirros de la turbonada. Más tarde, los cúmulo-nimbos y nimbos emnegrecen la región ya observada del horizonte, y poco a poco se va levantando esa negra cortina que infunde temor a los que desconocen el proceso de la condensación, a veces diario, que introducen las corrientes conveccionales. El barómetro baja un poco al acercarse la turbonada, el viento a veces se refuerza por cierto tiempo para caer luego en la calma. El calor es agobiante, y los rayos lejanos, que con anterioridad sólo se habían hecho visibles por sus relámpagos, dejan oírse ya como truenos sordos, de retumbar profundo. La intensidad de éstos va en aumento. Corren veloces fracto-nimbos, momentos antes de llegar la tormenta. Luego comienza el viento divergente de la turbonada, húmedo, fresco, como con alivio, y, por fin, desfogó la tempestad con fuertes aguaceros, que se precipitan desde una densa capa nimbose que cubre todo el cielo. Entonces el viento se hace más fuerte y puede alcanzar velocidades de 25 metros por segundo y aún más. Cruzan el cielo centellas horribonas, como si un dios azotara al mundo con latigazos restallantes y rugiera sus iras con truenos tremebundos que imponen pavor

y dan la emoción de lo sobrehumano. El barómetro mientras tanto sube rápidamente, para volver a tomar al poco tiempo la altura que le corresponda según la marea. En el período central de la tormenta suele haber una disminución en el viento y en la lluvia, por breve tiempo, para comenzar después la segunda parte de la turbonada, que puede ser también imponente. Es posible que varias turbonadas se sucedan en pocas horas, y también se da con frecuencia el caso de no desatarse la tormenta; todo queda entonces en amenazante espectáculo de celestial tramoya. Popularmente se dice entonces que "la turbonada se pasmó". En ocasiones, la turbonada da poca lluvia, pero, en cambio, los rayos son muy numerosos, constituyendo una verdadera tormenta eléctrica, cuyas centellas hieren bohíos y palmares y producen muertes".

Tratando ahora de la formación de la segunda clase de turbonadas, o sea, la mecánica, tenemos que, cuando pasa al Norte y no muy lejos de nosotros un centro ciclónico—o zona de baja presión—puede provocarse la formación de una serie de turbonadas, a veces en verdadera línea continua, llamada "línea de tormenta"—y que los marinos de habla inglesa conocen por el nombre de "line squall"—. Esta formación se debe a que las masas de aire frío y seco, y por tanto, relativamente pesadas, acarreadas por el viento del NW reemplazan a las masas de aire cálido, húmedo y por tanto más ligeras, que son características de los vientos de la región Sur en la superficie de la tierra. Este aire cálido es forzado a subir hasta un nivel en que ocurre la condensación, y si esta acción es bastante vigorosa y continuada, pronto tendremos completamente desarrollada una turbonada que tendrá características muy similares a las de origen térmico o local, pero que difiere notablemente porque en vez de constituir una tormenta aislada, lo que caracteriza a las térmicas, constituye un eslabón más de una verdadera cadena de turbonadas (line-squall) que a veces se extiende por cientos y cientos de millas: generalmente orientada hacia el SW a partir del centro de una baja bien definida, y que se van reproduciendo y trasladando en el lado polar (Noroeste del centro ciclónico). De una

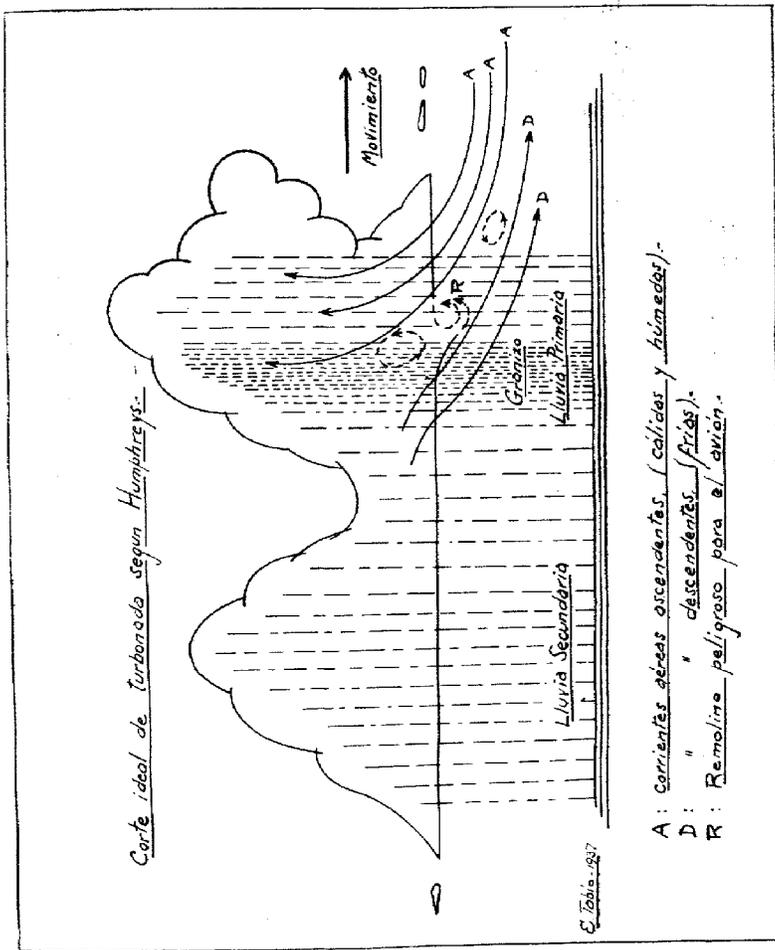
manera similar, el avance de una masa de origen polar, y por lo tanto, densa y fría, puede provocar en la línea de separación—frente polar—fenómenos similares.

Las turbonadas térmicas son aparatosas y de poca duración, mientras que las mecánicas que se van reproduciendo a medida que dura el desfile del frente polar, demoran lo que el paso de éste. Conocido ya todo esto, podemos presentar un diagrama, que no es más que el corte ideal de una turbonada, según el profesor Humphreys. (Véase Fig. 1.) En el dibujo vemos los siguientes elementos de la turbonada típica:

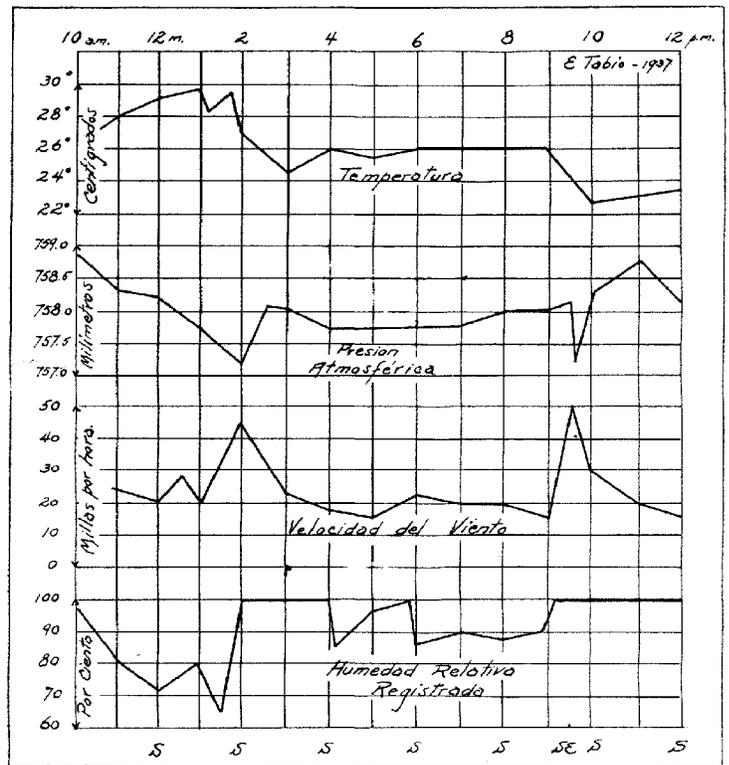
En la parte frontal de la turbonada vemos indicadas perfectamente por las flechas marcadas con la letra A, las corrientes aéreas ascendentes, que como bien sabemos son cálidas y húmedas; con la letra D, a las corrientes descendentes, que son frías, pues vienen de altos niveles de la atmósfera, y notaremos también, que en el espacio que separa a las dos clases de corrientes—cálidas y frías—pueden formarse muy bien remolinos que afectarán poderosamente al avión que se aventure a cruzar por esta parte de la tormenta. El área ocupada por el sistema de las corrientes ascendentes es muy pequeña si la comparamos con el área de toda la turbonada. A pesar de su pequeñez—en corte transversal—se compensan sus efectos por la violencia que pueden alcanzar estas corrientes ascendentes. Los meteorólogos especializados en estos estudios han calculado, basándose en el tamaño del granizo, que en ocasiones estas corrientes ascendentes pueden alcanzar velocidades del orden de 100 millas por hora (45 m. p. s.).

Las corrientes frías, descendentes, son por lo general menos enérgicas, pero con todo, y especialmente, al iniciarse la tormenta, pueden dar rachas en la superficie, hasta de 50 millas por hora, si bien esto ocurre en un período muy corto de tiempo.

Ocupándonos ahora de la zona de turbulencias, casi siempre invisible, y que como dijimos anteriormente, se encontraba en medio de las corrientes ascendentes y descendentes, encontramos que en la parte anterior y por debajo del borde del cúmulo-nimbo, la condensación del vapor de agua de la corriente ascendente tendrá lugar



en R (Fig. 1). El movimiento en esta parte de la nube será en sentido contrario al de las manecillas de un reloj y como alrededor de un eje horizontal; esto también ocurre en otros posibles vórtices de esta región perturbada, que generalmente se encuentran a poca altura sobre la superficie de la tierra.



Elementos meteorológicos registrados en el Observatorio Nacional el día 29 de junio de 1937. (Turbonadas a las 2 P. M. y 9:30 P. M.)

Para ilustrar todavía más el efecto de esta zona de turbulencia en los aviones, vamos a tomar de la magnífica obra "Aeronautical Meteorology" (por W. R. Gregg, aerologista de fama y actual jefe del Weather Bureau de Washington), el siguiente caso:

"Una prueba de la existencia del movimiento violento sobre un eje horizontal imaginario en esas nubes tempestuosas, nos lo ofrece Mr. David L. Webster, quien en un Curtiss JN4H ascendió expresamente hasta esa parte de la turbonada, tan pronto como ésta se estableció. Dice este piloto que no solamente se confirmó la hipótesis del movimiento sobre un eje horizontal (rolling motion), sino que fué de tal intensidad, que los crujidos que daban las alas se podían oír sobre el ronquido del motor; como resultado de su experiencia recomienda a los pilotos que no se lancen a repetir la aventura".

También podemos ver en la Fig. 1 la porción de la turbonada de donde parte el granizo. Estos fragmentos de hielo se forman de la siguiente forma: las gotas de agua que transportadas por las violentas corrientes ascendentes hasta niveles de la atmósfera en los cuales la temperatura está por debajo del punto de congelación, se solidifican, caen, vuelven a ser recubiertos de agua, que inmediatamente se congela debido a la baja temperatura del núcleo; este proceso se repite varias veces hasta que el peso del granizo es tal, que la corriente ascendente no puede soportarlo y entonces cae a tierra. El granizo puede causar averías de consideración en los aviones, tanto los forrados de tela como los de metal.

Otros datos de importancia en el estudio de estas tormentas, sobre todo para el aviador, los encontramos en las dimensiones que pueden alcanzar, tanto horizontal como verticalmente. Todos los que hayan estudiado las distintas clases de nubes y sus características, recordarán que el cúmulo-nimbo tiene su base, por regla general, de 3,000 a 5,000 pies de altura, y que la parte superior del mismo puede llegar a alcanzar la notable altura de 2 a 9 millas (3 a 14 Kms.). Las mayores alturas son alcanzadas en los trópicos.

También es interesante la dirección del movimiento de la turbonada, que estará determinado por la direc-

ción de los vientos al nivel de la parte principal de la misma.

El área que normalmente ocupa una turbonada es variable, pero se ha calculado que deben tener (en las zonas templadas) 150 millas de largo, por 40 o 50 de ancho, es decir, que son 4 o 5 veces más largas que anchas. Hay casos que han excedido estas dimensiones.

De todo lo que hemos dicho anteriormente se deduce, que hay varias fuentes de peligro para el piloto aviador: Primero: por la racha dura del frente de la turbonada; segundo: por los movimientos verticales intensos en el interior de la tormenta, y tercero: por las descargas eléctricas.

De menor importancia—según Gregg—tenemos: el granizo, la lluvia fuerte y la visibilidad pobre.

Refiriéndonos ahora a las rachas, son muy peligrosas al aterrizar o al volar bajo, todo lo cual deberá evitarse, de ser posible, en estas condiciones. El peligro principal estará en la región en medio de las corrientes ascendentes y descendentes. Si uno está volando bajo, primero notaremos una tendencia a elevarse el avión y necesitaremos “picar” en forma, para contrarrestar este efecto; pero rápidamente, y casi son poderlo evitar, notaremos que se nos desploma el avión. Entonces sí que hay que obrar rápido y sin vacilaciones para evitar una catástrofe.

Por tanto, se debe recomendar al piloto que esté volando bajo en una turbonada, que trate de ganar altura lo antes posible, para de este modo evitar esta peligrosa parte de la tormenta.

Un ejemplo más de la gran intensidad que pueden tener las corrientes ascendentes, nos lo suministra el testimonio de un piloto, que estando haciendo acrobacias frente a una turbonada, quedó atónito al encontrar que después de haber hecho tres “loops”, en vez de perder los acostumbrados 1,500 pies de altura, había ganado 3,500 pies...

Hay que hacer notar que los movimientos verticales, en el interior de la turbonada, sobre todo en la región marcada con la letra R (Fig. 1), son tan violentos, que los aviones corren un serio peligro que debe evitarse esquivando esta región en todos los casos. Las rachas

de esta zona llegan a alcanzar velocidades hasta de 100 millas por hora. Se sabe el caso de un piloto, que desesperado, al ver que no podía impedir el ascenso forzado de su máquina, la hizo "picar" con todo el motor abierto, y aun así el altímetro le indicaba que no perdía altura.

Considerando ahora el peligro de las descargas eléctricas para el aviador, es de suponer que la probabilidad de ser alcanzado por éstas es muy pequeña; pero no por eso deja de existir aquél, puesto que sólo el 1% de los rayos caen a tierra, y por lo tanto es lógico suponer, que un objeto en vuelo cerca de una turbonada tenga una mayor probabilidad de ser fulminado que otro que esté en tierra. Además, es de considerar que todos los aviones ejercen una atracción eléctrica, que aunque pequeña, no por eso deja de ser real; y que es debida a las masas metálicas de su estructura, motor, etc. También favorecen la atracción, los gases del escape del motor, que se encuentran más ionizados que el aire que los rodea.

Se conocen más de una docena de casos de aviones, que han sido tocados por descargas eléctricas. Recordemos la trágica suerte del piloto mexicano Carranza, que fué abatido por un rayo al atravesar una turbonada en su vuelo de New York a Ciudad México.

Habiendo agotado casi todo el tema, entramos en la parte práctica que más interesa al piloto: el procedimiento a seguir en caso de encontrar turbonadas en el curso de un vuelo. En primer lugar éste se reduce a evitarlas a toda costa, es decir, volar lo más lejos de ellas que sea posible. De no poder seguir este expediente, quedan tres formas de actuar: Primero: aterrizar en seguida, si esto es factible; segundo: volar sobre la tormenta, lo cual es difícil, a no ser que el avión esté provisto de los implementos necesarios para vuelos a grandes alturas (recordemos las grandes alturas que suelen alcanzar estas masas nubosas en sentido vertical), y tercero: volar contorneando la turbonada.

Ahora sólo nos resta expresar un deseo: que los conceptos expresados en estas mal hilvanadas líneas, pueden ser de alguna utilidad práctica a los aviadores, ante los problemas meteorológicos que presentan las turbonadas.

**ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE
AÑOS TORMENTOSOS Y AÑOS NO-TORMENTOSOS
EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DE CUBA (1)**

JOSÉ CARLOS MILLÁS,
DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL.

El problema objeto del presente trabajo puede plantearse en la siguiente forma: Suponiendo definido lo que constituye un año tormentoso, y dados los elementos meteorológicos observados en los primeros seis meses de un gran número de años, hallar entre esos elementos relaciones, que diferencien a los años tormentosos de los otros no-tormentosos.

Varias dificultades se presentan desde el principio para la resolución del mismo. La primera está precisamente en la definición de año tormentoso, pues es indudable que no hay nada que ponga límites a la concepción. Cada meteorologista es probable tenga sus ideas con respecto a lo que constituye una temporada tormentosa para una zona dada; y claro es que refiriéndose todo el estudio a este concepto primordial, los resultados serán distintos para diferentes estudios.

La segunda y muy grave dificultad estriba en la carencia de observaciones exactas, comparables entre sí, de un gran número de años para una región elegida. Es decir, que está uno obligado a trabajar con cifras que pueden no representar exactamente a aquellos elementos a los cuales se refieran.

(1) Leído en la sesión científica de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, el 28 de mayo de 1937.

La última e insuperable dificultad consiste en el hecho de no contarse con el suficiente número de datos que abarquen un gran período. Si en alguna serie llegamos al medio siglo o pasamos un poco de él, como en el presente caso, ¿no sabemos que es insuficiente?; ¿que para la vida de la Tierra, 50 años no pueden permitir una amplia y exacta generalización?

Además, enormes diferencias no es probable existan entre las dos clases de años, tormentosos y no-tormentosos, pues si así fuese, ya los meteorologistas, y hasta quienes no lo fueran, las hubieran mil veces señalado.

A pesar de lo anterior, nos pareció que quizás algo pudiera encontrarse; y que de todos modos, el estudio serviría de norma para otros posteriores. Así es que a la consideración de tan interesante problema nos dedicamos, y ahora presentamos solamente los resultados obtenidos, ya que el trabajo completo sería muy penoso transcribirlo por su extensión y por las innumerables cifras que son del todo innecesarias para el caso.

Comenzamos por definir el año tormentoso diciendo que no es únicamente aquel en que cruce por algún punto dado un huracán; que lo aceptamos como el año en cuya temporada ciclónica por lo menos un ciclón de mediana intensidad penetre dentro de un círculo de unos 300 kilómetros de radio, o afecte a esa zona, si es muy intenso, de modo notable. En el presente estudio tomamos al Cabo de San Antonio como centro del círculo.

Aceptada la región geográfica a la cual deben referirse los resultados obtenidos, tenemos que examinar qué elementos meteorológicos deberán ser considerados. Indudablemente que debieran ser todos, sin excepción. Pero ya hemos dicho que no es posible obtener datos completos y fieles, que respondan a los fenómenos observados. Algunos forzosamente se tienen que descartar. En la parte de nebulismo, por ejemplo, hay poco; y no se tiene para el estudio más que direcciones de distintas clases de nubes, cuando es así que para nosotros, la velocidad de la corriente es de mucho mayor importancia que la dirección misma. Después de un detenido examen, cálculo de medias y comparaciones, decidimos someter

al análisis solamente a los siguientes elementos meteorológicos:

1. Presión atmosférica.
2. Temperatura del aire.
3. Tensión del vapor de agua en la atmósfera.
4. Lluvia.

Aun en estos elementos meteorológicos, que serán los datos del problema, se notan irregularidades, que deben corresponder al perfeccionamiento de los aparatos, a cambios en las condiciones del lugar de observación, a errores personales y a otras causas diversas. Así, las medias diarias de cualquiera de los tres primeros elementos, son calculadas en los observatorios, por regla general, combinando las observaciones directas hechas durante el día, y las registradas por aparatos mecánicos durante la noche. El menos versado en estos asuntos sabe, que por mucho cuidado que se tenga, siempre existen discrepancias difíciles de evitar. En otros lugares las medias diarias son obtenidas de modo más sencillo, y, naturalmente, son menos exactas. Como consecuencia, al trabajar con datos esenciales, que no tengan la exactitud conveniente, se deberá tener siempre muy presente que los resultados que se logren tampoco serán exactos y completos.

En las investigaciones comenzamos por separar los años; y en el lapso de medio siglo, obtenemos una primera relación que es la siguiente:

*De cada cinco años, dos son tormentosos
y tres no lo son.*

Nos pareció de rigor dividir el semestre en dos partes, y considerar por separado cada trimestre. Esta división hacía más largo el trabajo, pero después de haberse hecho, hemos visto que era absolutamente necesaria.

Listos ya los datos meteorológicos, y calculados los valores trimestrales y semestrales, se procedió al estudio de cada uno de los elementos elegidos, con la esperanza de hallar entre ellos alguna relación que hasta ahora hubiese pasado inadvertida. Como dijimos anteriormente, sólo los resultados del estudio serán presentados.

Análisis de la presión atmosférica.

Los cálculos finales para los dos trimestres dieron estas cifras:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Superiores a la normal . . .	62%	57%	78%	61%
Inferiores a la normal . . .	19	24	6	23
Iguales a la normal . . .	19	19	16	16

La comparación del primer trimestre en los años tormentosos y en los no-tormentosos nos señala un 16% de exceso en los años no-tormentosos de presión atmosférica sobre la normal y en cambio un 13% a favor de los años tormentosos, en aquellos de presión inferior a la normal. En los años de presión igual a la normal hay igualdad aproximada aceptable. Quiere esto decir que hay una tendencia notada en el primer trimestre, favorable a los años no-tormentosos en los casos de presión atmosférica sobre la normal, y a los tormentosos en aquellos inferiores a la normal.

Los dos segundos trimestres en ambos casos son prácticamente idénticos; nada se puede sacar en limpio de su comparación. Pero este mismo hecho supone un cambio en el carácter del segundo trimestre con respecto al primero en los años no-tormentosos. Y es que al pasar del primer trimestre al segundo en los años no-tormentosos, se pierde la peculiaridad arriba señalada; ganando 5% más, los años de presión inferior a la normal en los años tormentosos, contra 17% en los años no-tormentosos.

El examen del carácter de los dos trimestres consecutivos no da mucha luz sobre la diferenciación que se busca. Lo más saliente es el cambio de carácter en los años no-tormentosos, en los cuales de un primer trimestre con presión sobre la normal, se pasa a un segundo trimestre con menor presión en un 22% de los casos.

Si para señalar el carácter de un trimestre imponemos como condición que para considerarlo de altas o bajas presiones, se añadan o quiten a la normal tres milí-

metros, entonces varían los cálculos, y se llega al siguiente resultado:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Altas presiones	29%	9%	29%	23%
Bajas presiones	5	0	0	0
Casi normales	66	91	71	77

En el primer trimestre hay un 5% en los años tormentosos de bajas presiones y nada en los años no-tormentosos. No existe gran cambio entre los dos trimestres de años no-tormentosos. En cambio, en los años tormentosos en el primer trimestre para años de presión alta se tiene 29%, y al pasar el segundo trimestre se tiene sólo 9%. Hay, pues, una diferencia de 20%, disminuyendo en los años tormentosos en el segundo trimestre las altas presiones.

El estudio del carácter del semestre dió lo que sigue:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
	Superiores a la normal	62%	81%
Inferiores a la normal	14	16
Igual a la normal	24	3

Vemos, y esto es notable, que en años de presiones inferiores a la normal hay equivalencia; no así en los semestres de presión igual a la normal, que en los años tormentosos alcanza un 24% contra un número despreciable en los años no-tormentosos. En éstos, el número de años de presión sobre la normal equivale a un 81% mientras que en los primeros el número es 62%.

Si ahora imponemos la condición de más o menos tres milímetros al semestre, para examinar los años de presión alta o baja, tendremos como resultado lo siguiente:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
	Altas presiones	33%	52%
Bajas presiones	5	0
Casi normales	62	48

Llama la atención la no existencia de años de bajas presiones en los años no-tormentosos; y el 19% de exceso en aquellos de alto barómetro.

Debemos señalar de nuevo, como lo hicimos en el "Boletín del Observatorio Nacional" de enero de 1923, la variación de las medias barométricas en períodos; es decir, que según nuestro escrito citado, las medias barométricas anuales formaban parte de una curva que se describía en un largo período, de muchos años. Ello explicaría la razón por la cual el análisis de la presión barométrica, como lo hemos hecho, no da resultados más explícitos, ya que se ha tomado una media invariable para cada mes, independientemente del período, y de la fase a la cual corresponda un año determinado.

Análisis de la temperatura del aire.

Examinemos los resultados obtenidos:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Superiores a la normal (calurosos)	62%	71%	58%	68%
Inferiores a la normal (fríos)	14	9	6	3
Iguals a la normal	24	20	36	29

La comparación de las temperaturas en los dos trimestres de las dos clases de años no revela nada extraordinario. Sólo hay un pequeño exceso en los años de temperaturas inferiores a la normal en los años tormentosos, y algo más en los de temperaturas normales de los años no-tormentosos.

En el estudio del carácter de los trimestres se observa bastante semejanza; existiendo un 50% en los años no-tormentosos, en aquellos casos en que las temperaturas inferiores a la normal en el primer trimestre pasan a ser superiores en el segundo trimestre, quedando un total de sólo 3%.

Si imponemos ahora una condición, las temperaturas medias resultarán modificadas. De este modo se puede calificar perfectamente a cada período como muy frío o muy caluroso. Eso se ha hecho, habiéndose obtenido los siguientes resultados, suponiendo que un grado C.

por mes bajo las medias mensuales normales, (tres grados en los tres meses), correspondan a un trimestre muy frío; y lo inverso a un trimestre muy caluroso.

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Muy calurosos	5%	24%	42%	36%
Muy fríos	5	0	0	0
Casi normales	90	76	58	64

El examen de los datos indica claramente, aún con la incertidumbre de los factores que entran en el problema, que los años tormentosos tienen un primer trimestre más frío que los no-tormentosos; la diferencia entre 5% y 42% es demasiado grande para que no se admita que allí, en esa diferencia, inexacta si se quiere por lo apuntado ya, quede algo de verdad. Esto lo corrobora el hecho de no existir ningún año no-tormentoso muy frío, dentro de la condición impuesta.

En cuanto al semestre, tenemos lo que se inserta ahora:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Calurosos	71%	87%
Fríos	5	0
Normales	24	13

Y bajo la condición extrema de más o menos tres grados para el semestre:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Muy calurosos	52%	61%
Muy fríos	6	0
Casi normales	42	39

Se puede resumir el análisis de las temperaturas diciendo, que se observa dentro de la serie extensa y complicada de datos estudiados, la tendencia a que años tormentosos tengan el semestre más frío que los no-tormentosos, especialmente el primer trimestre; con la peculiaridad del cambio de carácter del segundo trimestre con respecto al primero en los años tormentosos, subiendo la temperatura integrada del segundo trimestre, comparada con la del primero.

*Análisis de la tensión del vapor de agua
en la atmósfera.*

Los resultados obtenidos han sido estos:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Superiores a la normal . . .	9%	19%	39%	19%
Inferiores a la normal . . .	48	38	39	42
Iguals a la normal . . .	43	43	22	39

Llama la atención en seguida el reducido tanto por ciento en el primer trimestre de los años tormentosos para períodos en que la tensión es superior a la normal, 9%, y el valor obtenido en años en que ha sido inferior, 48%. En los años no-tormentosos no existe esta diferencia. En cambio, los segundos trimestres no presentan diferencias dignas de mención.

Imponiendo una condición extrema de más o menos dos milímetros en cada trimestre, se obtienen los siguientes resultados:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Gran tensión	9%	14%	26%	10%
Poca tensión	28	30	32	26
Casi normal	63	56	42	64

Lo dicho anteriormente reza también bajo la condición impuesta. Se observa el pequeño valor de los años con tensión alta en los años tormentosos; el 91% corresponde a años con tensiones casi normales o bajas. Esto se refiere al primer trimestre. En cambio, en los años no-tormentosos el menor valor, 10%, se encuentra en el segundo trimestre para años también de tensión alta.

Durante el semestre existen compensaciones, obteniéndose lo siguiente:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Superiores a la normal . . .	14%	16%
Inferiores a la normal . . .	38	32
Iguals a la normal . . .	48	52

Realmente, no se ve gran diferencia entre los dos semestres.

Y con la imposición de más o menos dos milímetros a las medias del semestre, se tendrá:

	Años	
	tormentosos	no-tormentosos
Gran tensión	14%	16%
Poca tensión	48	42
Casi normal	38	42

Análisis de la lluvia.

Analicemos ahora la precipitación acuosa. Se recordará, al efecto, que un meteorologista de tiempos pasados afirmaba al describir los huracanes que habían azotado a Cuba, que como siempre ocurría, esos huracanes eran precedidos por grandes sequías.

Un examen de más de medio siglo nos ha permitido presentar las siguientes cifras:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Superiores a la normal	38%	42%	26%	39%
Inferiores a la normal	48	48	61	48
Iguales a la normal	14	10	13	13

Ambos trimestres y ambos años tienen valores pequeños para la normalidad. En los años no-tormentosos nótese la cifra calculada para el primer trimestre para aquellos años con lluvias inferiores a la normal. Este valor de 61% no puede pasar inadvertido.

Impongamos ahora una condición que nos permita clasificar a los períodos trimestrales como secos, lluviosos, o casi normales. Para ello aceptemos que 25% de más, le dará al período el carácter de lluvioso; y 25% de menos, el de seco. Veamos cuales son los resultados obtenidos:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Lluviosos	38%	33%	26%	26%
Secos	38	38	45	39
Casi normales	24	29	29	35

Patente está la tendencia a que en años tormentosos la normalidad ocupe el último lugar en los dos trimestres. Más marcada está la peculiaridad ya indicada de tener los años no-tormentosos un primer trimestre seco.

Impongamos la misma condición, pero elevándola a un 50%. De esta manera se podrá clasificar a los períodos como muy lluviosos, muy secos, o casi normales. He aquí los resultados entonces:

	Años tormentosos		Años no-tormentosos	
	1er. Trimestre	2do. Trimestre	1er. Trimestre	2do. Trimestre
Muy lluviosos	33%	14%	19%	6%
Muy secos	19	14	29	16
Casi normales	48	72	52	78

Claro es que en estas condiciones extremas debemos encontrar el mayor número de años a aquellos que estén dentro de la condición impuesta. Pero en los años que se apartan, se ve que en los tormentosos un 33% corresponde a primeros trimestres muy lluviosos y un 19% a los mismos períodos muy secos; mientras que esta peculiaridad se invierte en los años no-tormentosos. En los años no-tormentosos con carácter de muy lluvioso se advierte que disminuye el tanto por ciento al pasar del primer al segundo trimestre, llegando a la pequeña cifra de sólo un 6%.

Para el semestre se obtuvieron estos números:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Superiores a la normal	57%	42%
Inferiores a la normal	38	48
Iguals a la normal	5	10

En estos resultados se nota ya el efecto de las compensaciones.

Imponiendo la condición de $\pm 25\%$, se obtiene esto:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Lluviosos	33%	13%
Secos	19	36
Casi normales	48	51

Persisten las compensaciones, pero es indudable que las peculiaridades de cada clase de año tienden a revelarse.

Impongamos, finalmente, la condición extrema de 50% de exceso o defecto. Se obtendrá el siguiente resultado:

	Años tormentosos	Años no-tormentosos
Muy lluviosos	5%	0%
Muy secos	14	0
Casi normales	81	100

Como en los años tormentosos considerados hay un 14% de años muy secos, se puede afirmar con respecto a lo que se dijo al comienzo de este último análisis, que es posible que muchos huracanes sean precedidos por grandes sequías.

CONCLUSIONES

Se ha visto que a pesar de la aparente semejanza de los resultados en los dos tipos de años considerados, han quedado en el medio siglo de observaciones analizadas, algunas pequeñas diferencias que bien pudieran no ser fortuitas. Esas desviaciones, que como montículos sobresalen del nivel común, deben de tener su justificación precisamente en la clase de años en que surgen.

Antes de presentar las principales conclusiones que hemos deducido, debemos advertir, conforme con lo dicho al comienzo de este trabajo, que el objeto principal del mismo no es otro, que el de llamar la atención general sobre el planteo de un muy importante problema de Meteorología Tropical; cuya solución definitiva, si es que puede lograrse algún día, será de un valor práctico extraordinario.

Recordemos que el problema quedaba planteado en forma tal, que suponiendo definido el año tormentoso y dadas las observaciones de los primeros seis meses del año, se debían hallar diferencias apreciables entre las de un gran número de años estudiados.

Veamos, en fin, lo que a nuestro juicio más resalta en los distintos análisis:

1º—Los años muy secos o muy lluviosos (con la condición impuesta de un 50% de exceso o de defecto para el semestre), han sido siempre años tormentosos.

2º—Los años muy fríos (con la condición impuesta de menos 3 grados C. para el primer trimestre, o menos 3 grados también para el semestre), han sido siempre años tormentosos.

3º—Los años de bajas presiones (con la condición impuesta de menos 3 milímetros para el semestre), han sido siempre años tormentosos.

4º—La tensión del vapor de agua en la atmósfera en los años tormentosos ha sido casi siempre igual o inferior a la normal en el primer trimestre. La relación favorable es de 91%, contra 9% para los años en que resulta superior a la normal.

5º—En los años no-tormentosos la presión atmosférica en el semestre ha sido casi siempre superior o inferior a la normal. La relación favorable es de 97% contra 3% para años en que resulta igual a la normal.

6º—Los años muy calurosos en el primer trimestre, (con la condición impuesta de más 3 grados C), han sido casi siempre años no-tormentosos. La relación favorable es de 89%, contra 11% para los años tormentosos.

NOTAS ASTRONÓMICAS

I. VELASCO DE MILLÁS

El cometa Finsler, 1937 f.

En la madrugada del cuatro de julio pasado, el profesor P. Finsler, de la Universidad de Zurich, descubrió un cometa que llamó la atención desde el primer momento como objeto brillante que se destacaba en la constelación de Perseo, cerca de Algol.

Las órbitas calculadas inmediatamente demostraron que su mayor aproximación a la Tierra ocurriría en la primera mitad del mes de agosto, más bien hacia el nueve de dicho mes.

En su máximo de brillo, el cometa se movería hacia el SW. Su recorrido, que había de seguirse con interés general, debía llevarlo de su posición cerca de Mizar, el once de agosto, hacia Arturo el veintidós de ese mes; y entonces, dirigiéndose hacia el Sur, debía perder en brillo hasta desaparecer en los cielos vespertinos de fines de septiembre.

Las primeras fotografías del cometa, permitieron distinguir una cola fina, que había de llegar a algo más de tres diámetros de la Luna, pero nunca muy brillante.

El Observatorio de Harvard confirmó la existencia de una segunda cola, pequeña, de una décima parte de la cola mayor del cometa y tan ténue, que sólo era posible percibirla mediante el uso de instrumentos poderosos.

En su mayor aproximación a la Tierra, el cometa Finsler estaría a una distancia aproximada de unos 84,000,000 de kilómetros.

Efemérides del cometa Finsler, del segundo grupo de elementos, debidos a Maxwell.

1937		α		δ	Distancia de		
	h	m	o	'	la Tierra	Mag.	
Julio	30	4	46.7	+ 70	10	0.690	4.0
Agosto	1	5	42.0	74	36		
	3	7	26.5	77	48	.605	3.8
	5	9	52.1	77	14		
	7	11	38.2	72	15	.556	3.6
	9	12	34.4	64	58		
	11	13	5.3	56	55	.556	3.6
	13		23.9	48	54		
	15		36.1	41	23	.603	3.7
	17		44.5	34	36		
			50.6	28	38	.688	3.8
	21		55.2	23	27		
	23	13	58.6	18	57	.796	4.0
	25	14	1.4	15	04		
	27		3.5	11	42	.918	4.2
	29		5.2	8	46		
	31		6.6	6	12	1.05	4.4
Septbre.	2		7.7	3	56		
	4		8.7	1	55	.18	4.6
	6		9.5	+ 0	07		

El cometa Hubble, 1937 g.

El Observatorio de Harvard, anunciaba en su tarjeta 423, que había recibido la noche anterior un telegrama del Dr. W. S. Adams, Director del Observatorio de Mount Wilson, en el cual le comunicaba el descubrimiento de un

cometa debido al Dr. E. P. Hubble. Daba la posición siguiente:

1937, agosto 4. 4856 U. T.
 A. R. 22 h. 49 m. 19 s.
 Dec. 21° 00'.
 Magnitud 13.5.
 Movimiento: 30 s W; 5.5 S.

El Dr. Hubble descubrió este débil objeto con un potente telescopio dirigido hacia la constelación de Acuario.

Al Dr. Cunningham se deben los datos siguientes:

Elementos del cometa Hubble.

$\tau = 1936 \text{ Nov. } 10.46$
 $\omega = 144^\circ 44'$
 $\Omega = 98 \quad 24$
 $i = 11 \quad 52$
 $q = 1.923$

} 1937.0

Efemérides.

1937 U. T.

	α (1937.0)			δ	
	h	m	s	°	'
Agosto	15.0	22	43 05	---22	00
			37 54	22	41
			32 42	23	15
Septiembre	8.0		27 46	23	41
			23 22	23	59
			19 44	24	08
Octubre	2.0		16 58	24	09
		22	15 11	---24	03

El Dr. Maxwell ha calculado los elementos parabólicos y efemérides siguientes del cometa Hubble:

Elementos

T =	1936, noviembre 22, 46593 U. T.
ω =	148° 36' 36".9
Ω =	96° 37' 36".7
i =	11° 29' 54".5
q =	1.939539

Efemérides

1937 U. T.	a 1937.0			δ		ρ	r
	h	m	s	°	'		
Agosto 31	22	32	39	—23	14.1	2.766	3.752
Septiembre 8		27	43	23	39.7	2.859	3.822
		23	21	23	56.8	2.969	3.892
		19	45	24	05.1	3.096	3.962
Octubre 2		17	03	24	05.3	4.237	4.031
		15	21	23	57.9	3.391	4.101
		14	40	23	43.7	3.556	4.171
		14	59	23	23.9	3.731	4.241
Noviembre 3		16	15	22	58.9	3.913	4.310
		18	23	22	29.7	4.099	4.380
		21	18	21	56.9	4.289	4.449
	22	24	56	—21	21.2	4.480	4.518

Importante descubrimiento con respecto a la corona solar

Uno de los resultados de mayor interés, y sin duda, de una muy particular significación, debido al estudio hecho en relación con los datos aportados por las personas que observaron el eclipse total de Sol, el pasado ocho de junio, se refiere a la corona solar. Hasta este momento, se había aceptado que la corona se componía de esos filamentos tan bien conocidos por todos los astrónomos.

nomos; pero el hecho es, que las fotografías tomadas por Major Albert W. Stevens, desde un aeroplano a 25,000 pies de altura sobre la costa del Perú, presentan una corona globular que rodea al Sol, con una profundidad mucho mayor que el diámetro de dicho cuerpo; y esos filamentos que constituían los únicos detalles apreciados en la corona solar fotografiada desde la superficie, se convierten en elementos secundarios e insignificantes de esa inmensa envoltura globular apreciada por primera vez mediante esas fotografías tomadas desde el aire.

Examinando placas anteriores, se ha podido comprobar la existencia de la imagen de la corona globular en placas correspondientes a la colección de Harvard, del eclipse anterior, pero sin la claridad propia de las fotografías actuales; y además, se deben recordar ahora las indicaciones acerca de esa forma globular de la corona solar, debidas a los astrónomos europeos Bergstrand y von Klueber.

La importancia de este descubrimiento se hará sentir particularmente en el estudio e interpretación de la atmósfera superior del Sol. Y precisamente por su significación, cincuenta científicos de distintos observatorios de América, han estudiado debidamente la evidencia ofrecida por las fotografías de Major Stevens, las cuales habían sido examinadas previamente por el Dr. Kenneth Mees y por el Dr. Walter Clark, de los Laboratorios Eastman; así como también por el Dr. Brian O'Brien, del "Institute of Optics".

CONSIDERACIONES SOBRE EL RESULTADO DE LAS
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
EFECTUADAS EN LOS MESES DE MAYO, JUNIO,
JULIO Y AGOSTO DE 1937

MAYO

16 observaciones de las corrientes superiores (niveles de 9 y 10 Kms. de altura) se logran este mes, todas ellas de la región occidental, dominando las del cuarto cuadrante. Se caracterizan estas corrientes, de modo general, por sus velocidades, con excepción de la corriente a 10 Kms. observada el día 20, que tan sólo acusa una velocidad de 3 metros por segundo. En contraste con ella, la del día 17 arroja 32 m. p. s., que es la máxima velocidad alcanzada en el mes. El mapa del tiempo de este día no justifica de modo satisfactorio la referida velocidad, aunque dos días después en la parte Sur del Caribe occidental se presenta una región de débiles bajas presiones, con circulación ciclónica bastante definida.

Llegamos a la conclusión, después de revisar todas estas corrientes superiores, que este mes es de una normalidad absoluta, aerológicamente hablando.

De 27 observaciones al nivel de los 3 Kms., trece son de la región oriental ($0^{\circ}/180^{\circ}$); el mismo número de la región occidental ($180^{\circ}/360^{\circ}$) y una del Sur, esta última el día 25, y que coincide con una depresión del orden de 753 mm. situada en el Atlántico al NNE de las Islas Turcas. La corriente del E. observada a este nivel el día primero, coincide con una depresión de 754 mm. en el extremo occidental del Golfo de Campeche. Las corrientes de la región oriental de los días 10 al 13 coinciden

con altas presiones en la mitad oriental del Golfo y con bajas al SW. de los Estados Unidos, con isobaras límites que penetran hasta la otra mitad del Golfo y el Caribe. Las de los días 19 al 28 inclusive, se deben a condiciones similares en la distribución de las presiones.

La corriente del E del día 31, la más enérgica del mes, tiene su explicación en una distribución de presiones en todo semejantes a la que hemos acabado de citar, es decir, altas presiones en casi toda la mitad oriental del Golfo de México, y bajas en el resto, con centro al SW de los Estados Unidos.

JUNIO

18 observaciones del nivel superior se logran en este mes, de las cuales tres son del N, una tan sólo de la región oriental—NNE—y una zona de calmas a esa altura el día 9: las demás son de la región occidental.

Las corrientes del Norte de los días 1 y 2 coinciden con una baja muy débil situada al SE de las Bermudas en el primero de esos días, y que al siguiente día se traslada a las cercanías de Nantucket. La del día 24 de la propia región, coincide con baja, débil también, situada en la porción occidental de la Península de la Florida.

La corriente del NNE observada el día 23, encuentra explicación satisfactoria en una baja situada al E de Jacksonville. La zona de calmas a que hemos hecho mención anteriormente, es decir, el día 9, coincide con bajas presiones al SW de los Estados Unidos y un anticiclón de 768 mm. en el Atlántico y al ESE de las Islas Bermudas. Las demás corrientes al referido nivel de 10 Kms. lo han sido de región occidental.

Al nivel de 3 Kms. se han observado 18 corrientes de la región oriental ($0^\circ/180^\circ$), y tan sólo 8 de la occidental ($180^\circ/360^\circ$) y tres del Sur. La de esta última región, del día 4, coincide con un amplio sistema de bajas presiones que dominan sobre casi todo el Continente norteamericano; la del día 20 es casi seguro que haya tenido su origen debido a un área de bajas presiones de bastante consideración sobre la región central del Canadá, que se

prolongaba al S y SW hasta el territorio mexicano, y contrastando el anticiclón del Atlántico al SSE de las Bermudas, que da lugar a que las isobaras que cruzan sobre La Habana tengan una inclinación pronunciada del SSE al NNW. Por último la corriente del día 27 se puede atribuir a una baja en la costa oriental de los Estados Unidos, extendida al SSW hasta la región occidental de Cuba, que separa al anticiclón del Atlántico, el que penetra hasta la mitad oriental de nuestro territorio con isobaras muy separadas; también hay que considerar la influencia de un débil anticiclón centrado al S de New Orleans.

Las corrientes de la región oriental, que prevalecen durante todo el mes, se deben a la penetración del anticiclón del Atlántico y que dan por resultado mapas del tiempo normales, en lo que se refiere a la distribución general de las presiones en las Antillas, es decir, altas presiones en el Atlántico que penetran hasta Cuba, porción N del Caribe y mitad NE del Golfo de México y bajas presiones al SW de los Estados Unidos con isobaras límites en la otra mitad del Golfo de México y resto del Caribe.

Es interesante hacer constar que por primera vez en Cuba hemos utilizado, en este mes, en el Observatorio Nacional, el sistema de observación aerológica por medio de globos pilotos y con el empleo simultáneo de dos teodolitos. El otro teodolito utilizado fué cedido cortesmente para estos estudios por el Tte. Alberto Florez, Director del Observatorio del Cuerpo de Aviación del Ejército.

JULIO

Diez observaciones al nivel superior se logran este mes, de las cuales tan sólo dos son de la región occidental; dos del N y dos del S; todas las demás son de la región oriental. Estas corrientes de la región oriental hacen su aparición el día 6, iniciándose así el cambio de dirección correspondiente con el inicio de la temporada ciclónica. Desde esta fecha no vuelven a observarse durante todo el mes corrientes de la región occidental; y

con excepción de las dos corrientes del N registradas los días 14 y 15 y las dos del S los días 17 y 18, queda establecido el régimen de corrientes orientales, característica de la temporada ciclónica.

Al nivel de los 3 Kms. dominan también las corrientes de la región oriental y tan sólo se observan dos de la occidental, una el día 12 y otra el 26. La primera de ellas corresponde a un anticiclón de 770 mm. en la porción oriental de los Estados Unidos y con un centro de bajas presiones de 754 mm. al E de las Montañas Rocosas, que da lugar a que las isobaras límites entre ambos sistemas corran de N a S hasta el extremo occidental del Golfo de México, provocando corrientes que en la superficie y a niveles más altos son de región S.

La corriente del SW observada el día 26 corresponde a un débil anticiclón al S de New Orleans y a una débil baja en el Golfo de Honduras.

AGOSTO

Este mes se logran 25 observaciones al nivel superior (10 Kms.), dominando las corrientes de la región oriental. Las corrientes del SSW y SW observadas los días 3, 4 y 5, corresponden a una débil baja situada en la región de las Bahamas, baja que permanece en el mapa del tiempo moviéndose con lentitud al N y que pudiera explicar la corriente del S observada el día 6. La del SW de los días 11 y 12 quizás tengan explicación en la aspiración provocada por una baja situada en la región central de los Estados Unidos. El día 10 la corriente al nivel superior no tiene movimiento alguno, encontramos una zona de calmas, que debe tener alguna relación con la penetración del anticiclón del Atlántico, que se introduce en forma de cuña hasta el NE del Golfo de México, y al mismo tiempo bajas presiones en la región central del Continente.

De 31 observaciones a los 3 Kms., tan sólo 6 son de la región occidental, correspondiendo la de los días 3, 4 y 5 con la baja situada en la región de las Bahamas y que anteriormente hemos mencionado. Las de los días

28, 29 y 30, coinciden también con un centro depresionario situado en la misma región de las Bahamas, y cuyo centro, procedente del Atlántico, hace su aparición desde el día 24 en los Mapas del Tiempo. Las corrientes observadas al nivel superior—10 Kms.—durante los cuatro meses a que nos estamos refiriendo, se descomponen así:

MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
WSW 1	N 3	N 2	N 1
W 4	NNE 1	NNE 3	NE 2
WNW 2	SW 1	NE 4	ENE 3
NNW 9	WSW 4	ENE 4	E 2
	W 2	E 2	ESE 2
	WNW 3	ESE 1	SSE 6
	NW 1	S 2	S 3
	NNW 2	WNW 1	SSW 2
	Calma 1	NNW 1	SW 3
			Calma 1

OBSERVACIONES AEROLOGICAS

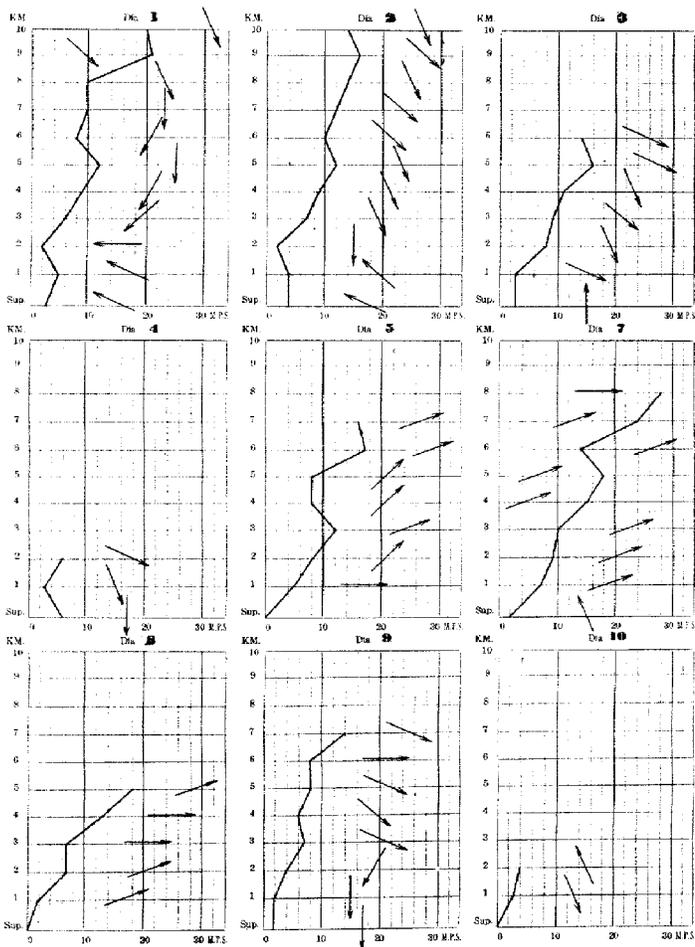
M. A. Y. O. 1937

Altura en Kilómetros
Velocidad en mps. Hora de Observación
1200 G.C.T.

Dia	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo	
1	ESE	5 E	2 NNE	6 NNE	9 N	12 NNE	8 N	10 NNW	10 NW	21 NNW	20	Cl: Cl-S; his. neblinosos	
2	ESE	4 N	2 NNW	7 NNW	9 NNW	12 NNW	10 NNW	12 NNW	14 NW	16 NNW	14	Cl: Cl-S; his. neblinosos	
3	N	6 NNW	3 NNW	6 NNW	11 NNW	16 NNW	11	10 NNW	14 NNW	16 NNW	14	Cl: Cl-S; del N; Fr-Cu; C-Nb; al N	
4	N	6 NNW	3 NNW	6 NNW	11 NNW	16 NNW	11	10 NNW	14 NNW	16 NNW	14	Cl: Cl-S; del N; Fr-Cu; C-Nb; al N	
5	Calma	5 SW	6 W	8 WSW	12 SW	18 SW	8 WSW	12 WSW	16			Cl: A-Cu; S-Cu; del WSW; lentos	
6	BNF	2 WSW	3 WSW	4 WSW	5 WSW	6 WSW	7 WSW	8 WSW	9 W	10 W	11	Capa de A-S-Cu; Fr-Nb del SSE; S-Cu; Fr-Cu	
7	SSE	2 WSW	3 WSW	4 WSW	5 WSW	6 WSW	7 WSW	8 WSW	9 W	10 W	11	Capa de A-S-Cu; Fr-Nb del SSE; S-Cu; Fr-Cu	
8	Calma	2 NNW	3 NNW	4 NNW	5 NNW	6 NNW	7 NNW	8 NNW	9 W	10 W	11	S-Cu; Fr-Cu	
9	Calma	2 NNW	3 NNW	4 NNW	5 NNW	6 NNW	7 NNW	8 NNW	9 W	10 W	11	S-Cu; Fr-Cu	
10	Calma	2 NNW	3 NNW	4 NNW	5 NNW	6 NNW	7 NNW	8 NNW	9 W	10 W	11	S-Cu; Fr-Cu	
11	E	7 E	6 SE	5 SW	2 WNW	5 WNW	8 W	13 W	14 NW	16 WNW	19 WNW	28	Cl: Cu-Nb; al N; lloviznas
12	E	3 ESE	4 SE	5 SW	2 WNW	5 WNW	8 W	13 W	14 NW	16 WNW	19 WNW	28	Cl: Cu-Nb; al N; lloviznas
13	ESE	3 SW	4 SE	5 SW	2 WNW	5 WNW	8 W	13 W	14 NW	16 WNW	19 WNW	28	Cl: Cu-Nb; al N; lloviznas
14	SW	4 W	5 W	6 W	7 W	8 W	9 W	10 W	11 W	12 W	13 W	14	S-Cu; Cu
15	SW	4 W	5 W	6 W	7 W	8 W	9 W	10 W	11 W	12 W	13 W	14	S-Cu; Cu
16	N	3 SSE	4 W	5 W	6 WNW	7 W	8 WNW	9 W	10 W	11 WNW	12 W	13	Cl: Cl-S; S-Cu
17	N	3 SSE	4 W	5 W	6 WNW	7 W	8 WNW	9 W	10 W	11 WNW	12 W	13	A-Cu; S-Cu; del W; lentos
18	E	3 ENE	4 N	5 NNE	6 NNE	7 NNE	8 NNE	9 NNE	10 W	11 WNW	12 W	13	S-Cu; Cu; Fr-Cu; del N; NNE
19	E	2 ENE	3 NNE	4 NNE	5 NNE	6 NNE	7 NNE	8 NNE	9 W	10 W	11 W	12	Cl: Cl-S; del W; NNE
20	E	2 ENE	3 NNE	4 NNE	5 NNE	6 NNE	7 NNE	8 NNE	9 W	10 W	11 W	12	Cl: Cl-S; del W; NNE
21	E	2 E	3 ESE	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12	Fr-Cu; his. neblinosos
22	E	3 ENE	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12	Fr-Cu; his. neblinosos	
23	NNE	3 SSE	4 WSW	5 WSW	6 WSW	7 WSW	8 WSW	9 WSW	10 WSW	11 WSW	12 WSW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
24	NNE	3 SSE	4 WSW	5 WSW	6 WSW	7 WSW	8 WSW	9 WSW	10 WSW	11 WSW	12 WSW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
25	E	3 ENE	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12 WNW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
26	E	3 E	4 E	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12 WNW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
27	E	3 E	4 E	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12 WNW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
28	SSE	3 ENE	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12 WNW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
29	S	3 E	4 E	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12 WNW	13	Fr-Cu; his. neblinosos
30	E	2 E	3 E	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12	Fr-Cu; his. neblinosos
31	E	2 E	3 E	4 ESE	5 ESE	6 ESE	7 ESE	8 ESE	9 WNW	10 WNW	11 WNW	12	Fr-Cu; his. neblinosos

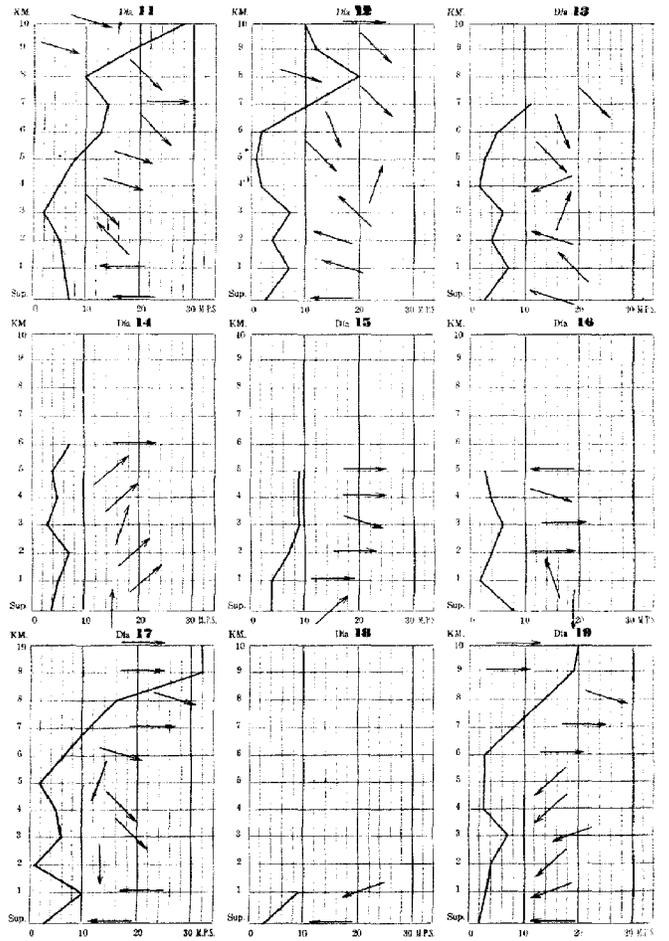
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

M A Y O 1937



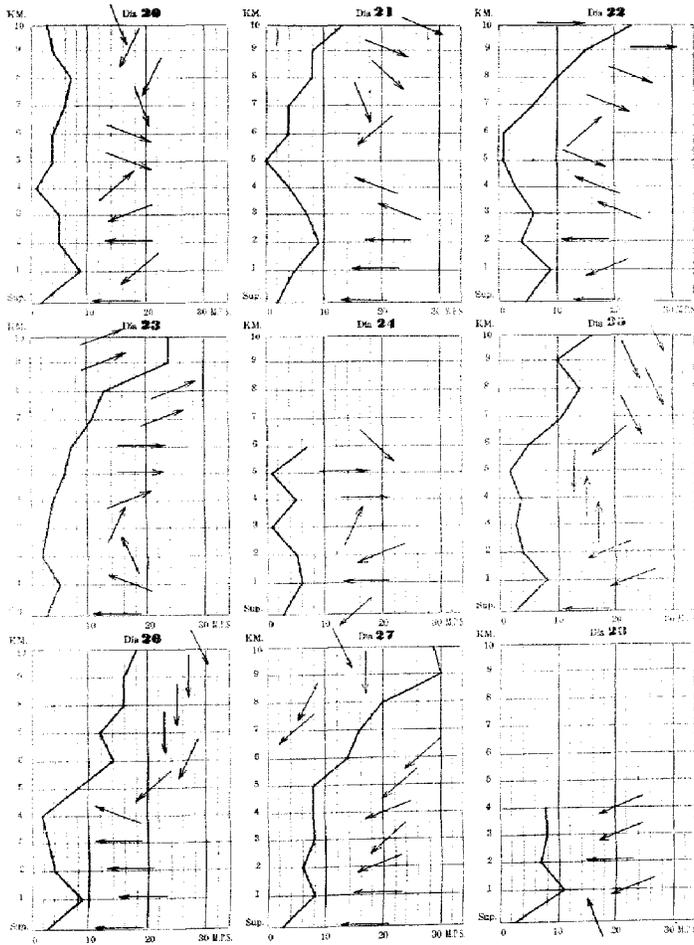
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

M A Y O 1 9 3 7



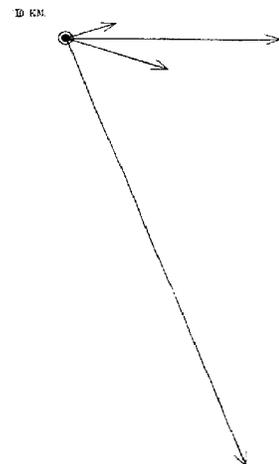
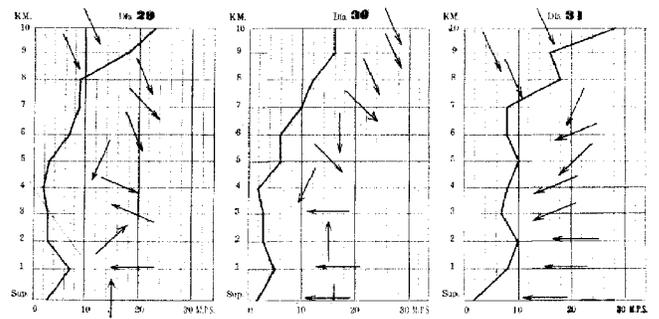
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

M A Y O 1 9 3 7



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

M A Y O 1 9 3 3



Observaciones Aerológicas

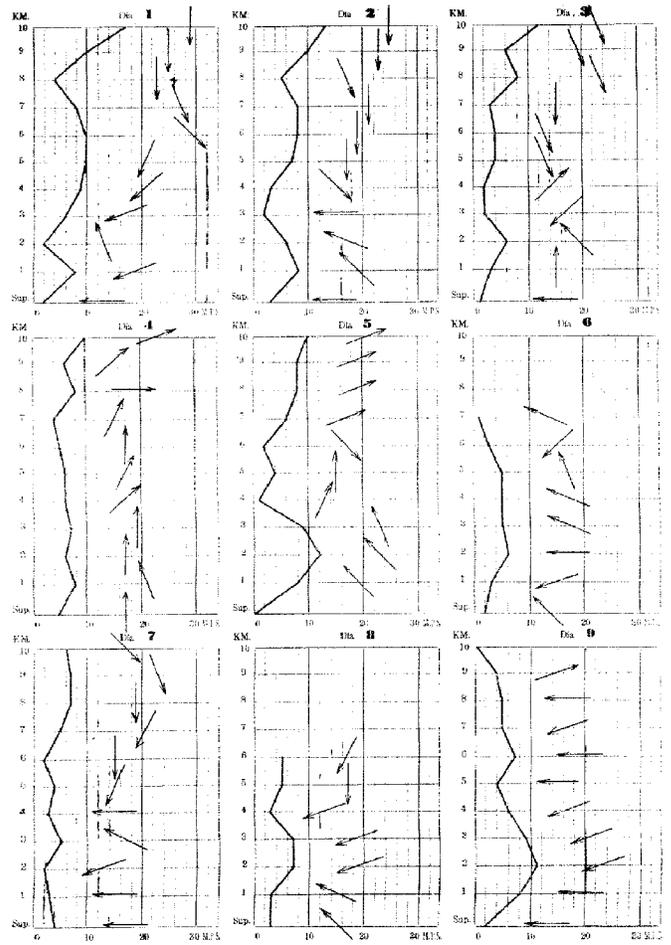
41 N 10 1937

Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.

Hora de Observación
1200 GMT

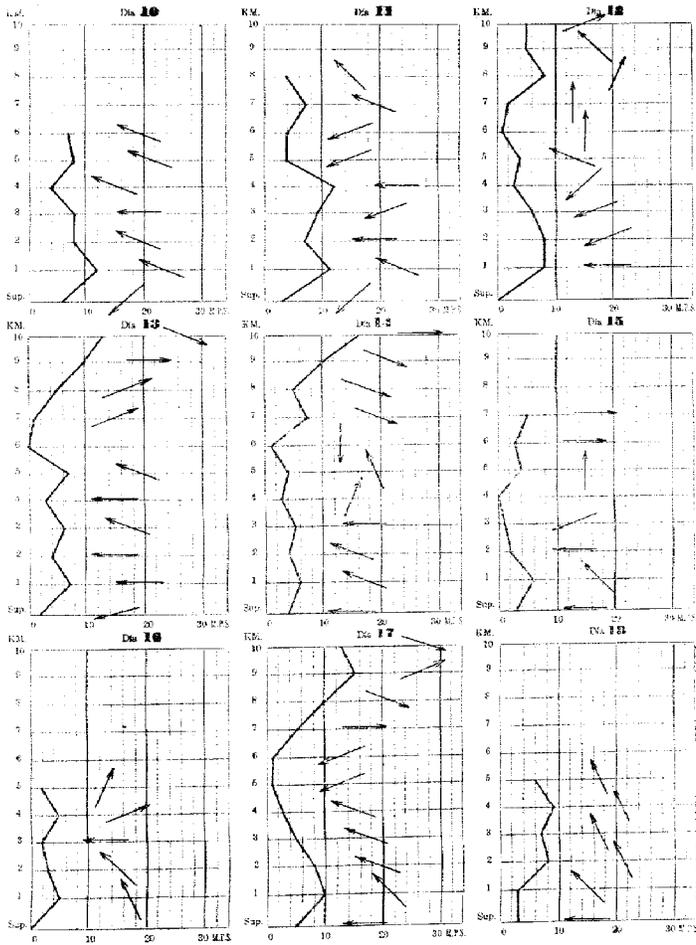
Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo
1	E	2ENE	3ENE	6ENE	6ENE	6ENE	10NW	10NW	8NW	5NW	10N	17 Cir. P. Cu. his. nubl.
2	E	3ESE	8ESE	6E	2SW	3NE	3NE	3NW	3NW	5NW	10N	13 Cir. S. Cu. Cu.
3	E	1ESE	3SE	6SE	2SW	2NW	3NW	3NW	3NW	5NW	10N	12 Cir. S. Cu. Cu.
4	E	3SE	8SE	6SE	6SE	6SE	6SE	3SW	3SW	6SW	10N	12 Cir. S. Cu. Cu. Nl.
5	E	3SE	8SE	6SE	6SE	6SE	6SE	2WSW	6WSW	6WSW	8WSW	10 Cir. S. Cu. Cu. Nl.
6	SE	2ENE	3E	6ESE	3SE	3SE	3SE	3SE	3SE	3SE	3NW	10 Cir. P. Cu. del E.
7	E	4E	3ENE	3NW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.							
8	E	3ESE	3ENE	3NW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.							
9	E	6ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
10	SE	6ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
11	NV	3ESE	3ENE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.								
12	E	3ENE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
13	E	1ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
14	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
15	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
16	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
17	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
18	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
19	E	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
20	ESE	2SE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
21	SE	3ESE	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
22	S	3W	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
23	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
24	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
25	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
26	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
27	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
28	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
29	SW	3WSW	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									
30	S	3W	6 Cir. S. Cu. Cu. Nl.									

OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
JUNIO 1957

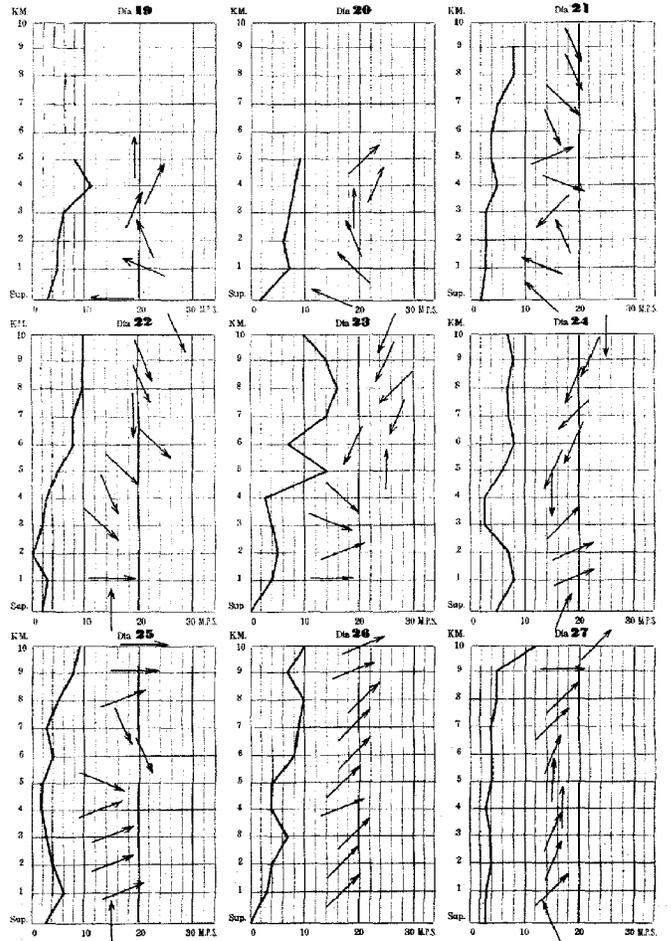


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

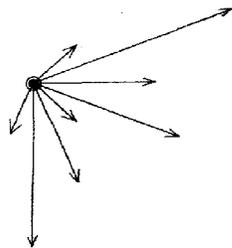
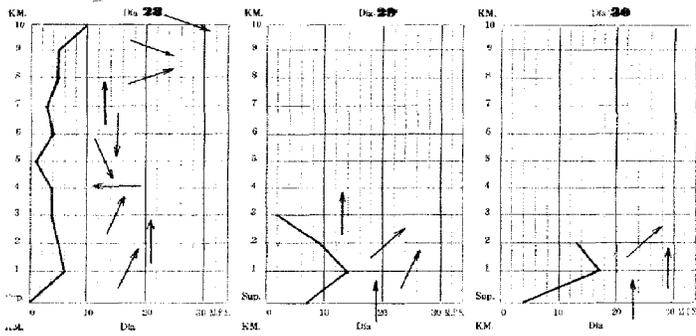
JUNIO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS
JUNIO 1937

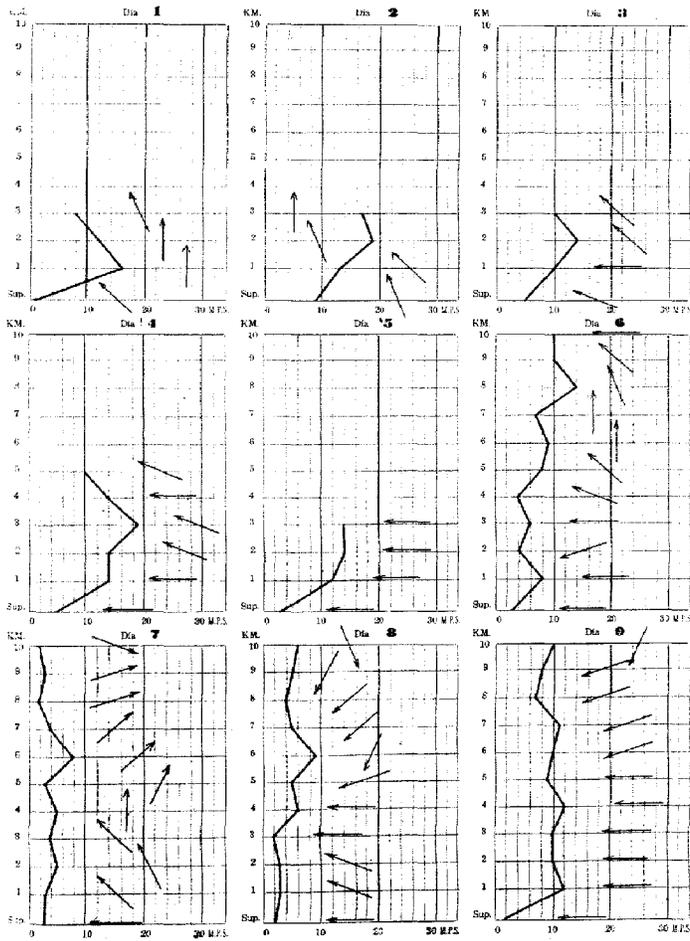


OBSERVACIONES AEROLOGICAS
JUNIO 1937



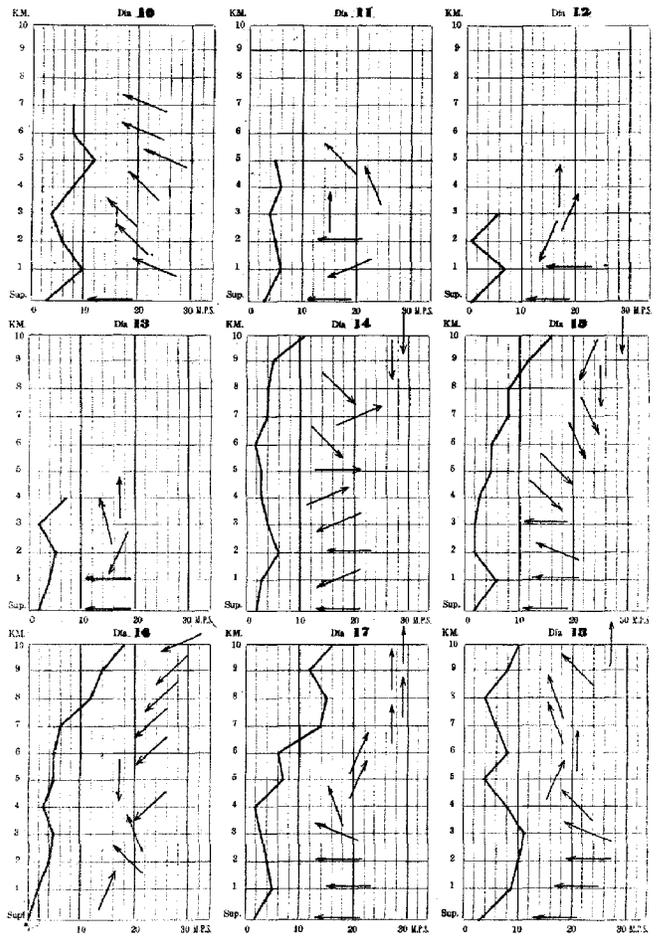
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

JULIO 1937



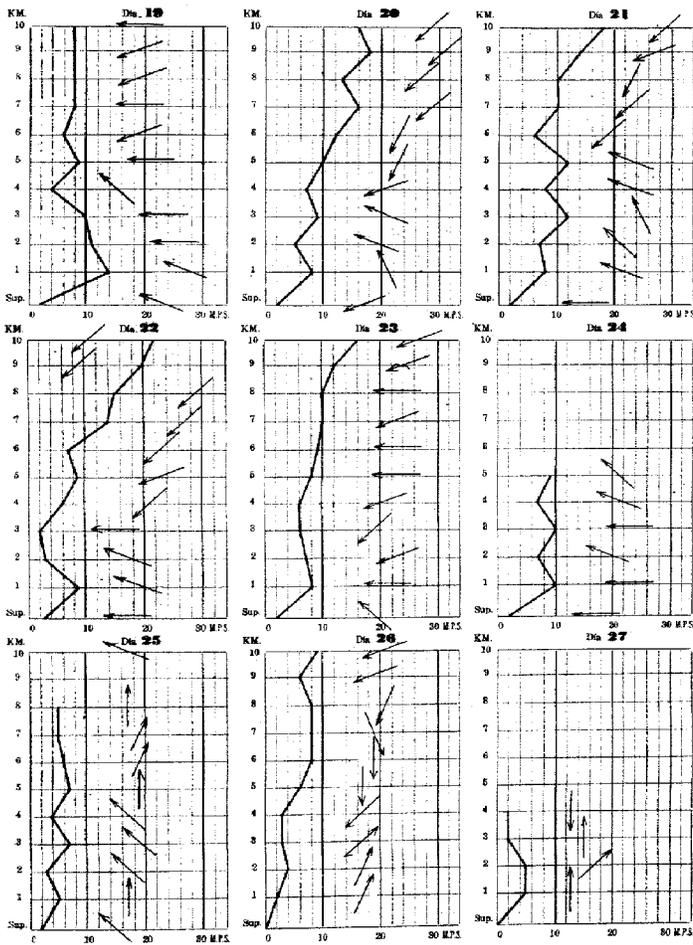
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

JULIO 1927



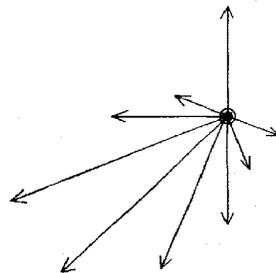
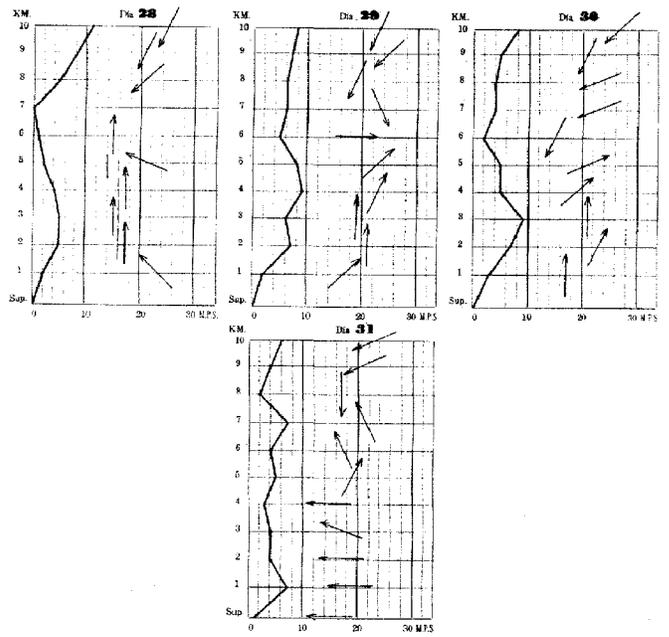
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

JULIO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

JULIO 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

AGOSTO 1937

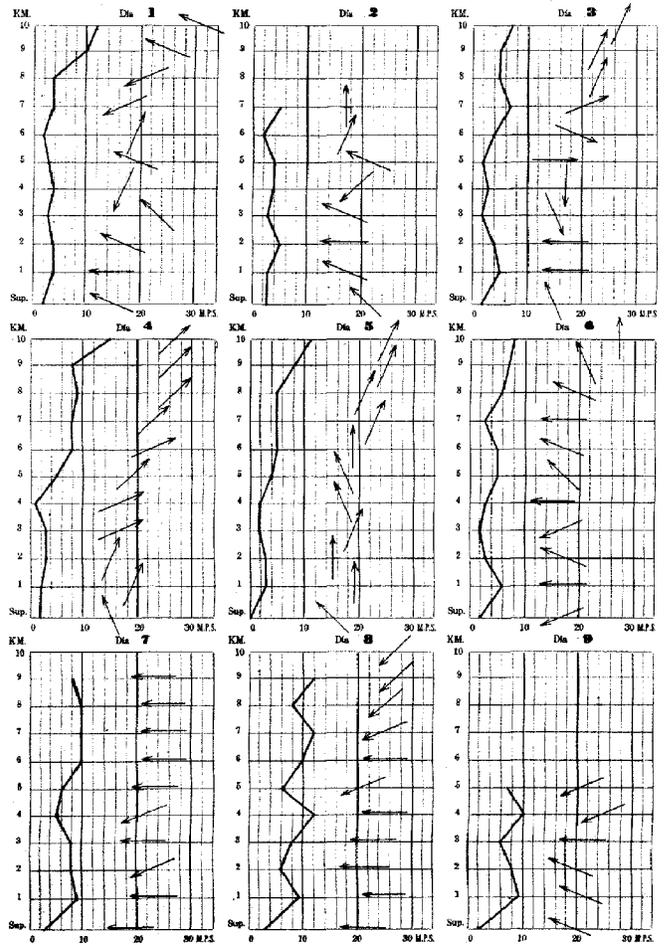
Altura en Kilómetros
Velocidad en reps.

Hora de Observación
1200 GCT.

Días	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Estado del Cielo
1	ESE	4SE	4ESE	10 ESE	CI ESE; lentos; CI-S; Cu							
2	SE	3E	3E	3NE	3NE	3NE	3SW	3NE	3NE	4ESE	10 ESE	CI-S; lentos; CI-S; A-S; Cu
3	ESE	2E	2E	2NW	2N	3W	2WNW	4WSW	5SW	5SW	7	CI-S; A-S; Cu
4	ESE	2SW	2SW	3SW	3SW	3SW	4SW	5SW	5SW	5SW	7	CI-S; A-S; Cu
5	SE	2E	3S	3SE	3SE	3SE	4SE	5SE	5SE	5SW	15	CI-S; A-S; Cu
6	E	3E	6ESE	3E	3SE	3SE	5ESE	5E	3ESE	6ESE	7 S	CI-S; A-S; Cu
7	E	3E	9ENE	8E	8E	8E	6E	10E	10E	10E	8	CI-S; A-S; Cu
8	ESE	3ESE	6E	8	CI-S; A-S; Cu							
9	ESE	3ESE	12E	12	CI-S; A-S; Cu							
10	E	3ESE	12E	12	CI-S; A-S; Cu							
11	E	2E	7E	12	CI-S; A-S; Cu							
12	ESE	5ESE	10ESE	12	CI-S; A-S; Cu							
13	ESE	5ESE	9E	12	CI-S; A-S; Cu							
14	Calma	2E	7E	12	CI-S; A-S; Cu							
15	E	3E	8ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
16	E	3E	8ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
17	ESE	1NE	5SE	12	CI-S; A-S; Cu							
18	E	3E	8ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
19	E	3E	8ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
20	E	5ESE	10E	12	CI-S; A-S; Cu							
21	E	4E	10ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
22	E	3E	7E	12	CI-S; A-S; Cu							
23	E	2E	7ESE	12	CI-S; A-S; Cu							
24	E	4ESE	7E	12	CI-S; A-S; Cu							
25	E	2E	6ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
26	E	2E	6ENE	12	CI-S; A-S; Cu							
27	Calma	ESE	2WNW	12	CI-S; A-S; Cu							
28	SE	1SE	2SW	12	CI-S; A-S; Cu							
29	SE	3SW	4SW	12	CI-S; A-S; Cu							
30	SE	3SW	4SW	12	CI-S; A-S; Cu							
31	E	3ESE	4ENE	12	CI-S; A-S; Cu							

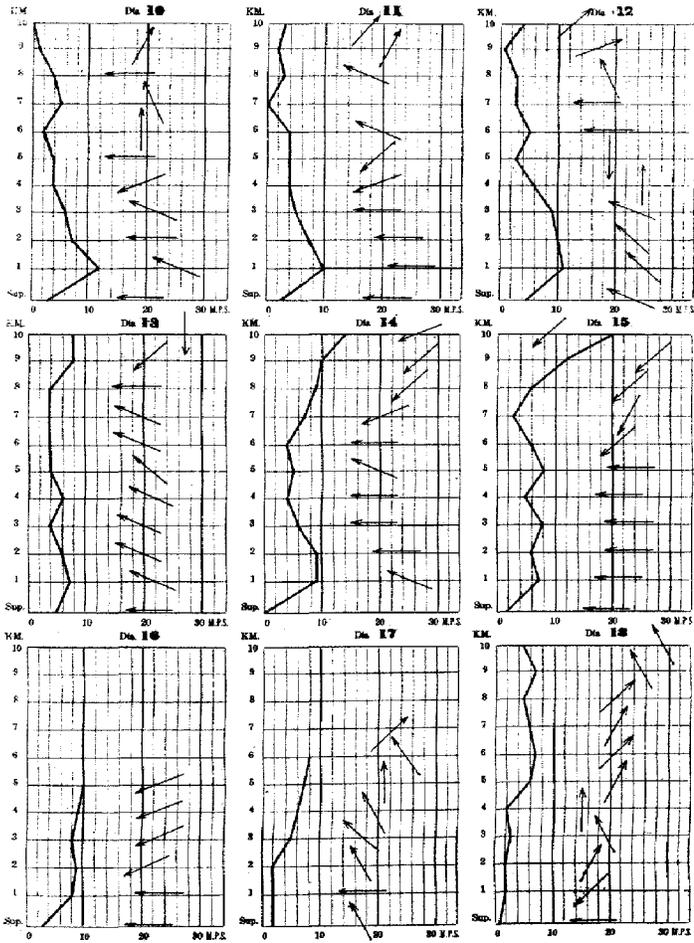
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

AGOSTO 1937



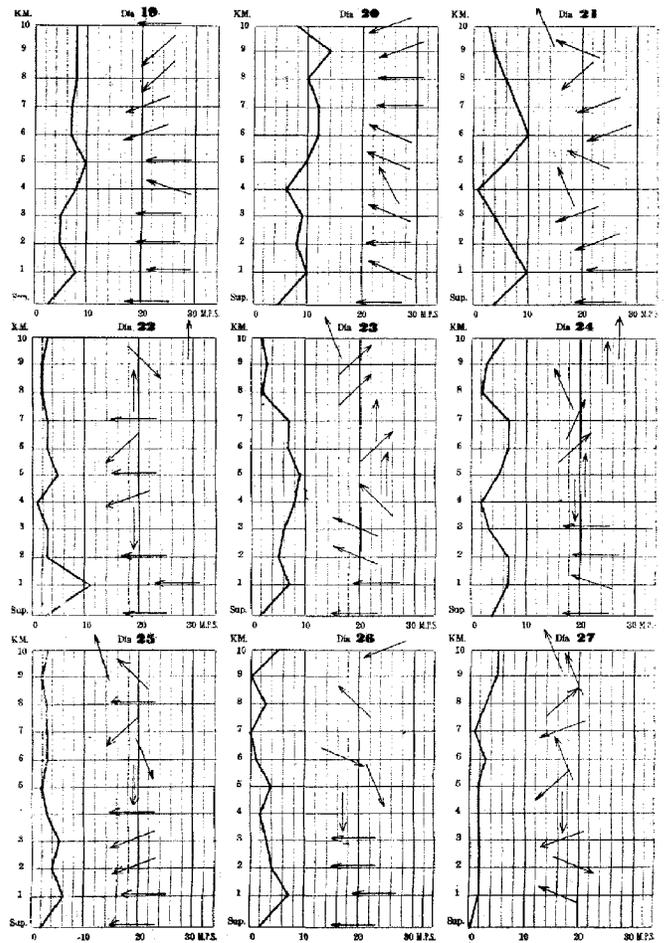
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

AGOSTO 1937



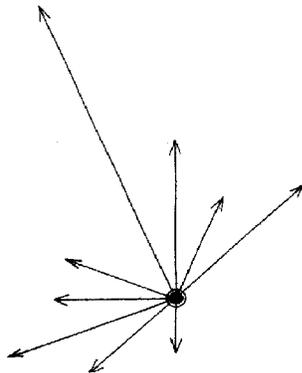
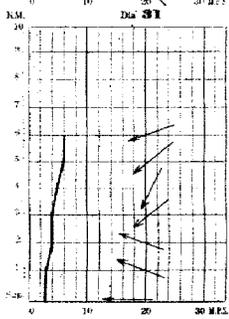
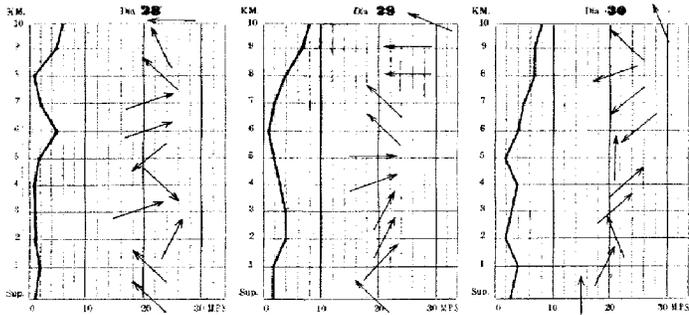
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

AGOSTO 1937



OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

AGOSTO 1937



TABLAS DE SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL EN LA HABANA
CALCULADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL PARA EL AÑO 1938

LUIS SANTAMARIA, OFICIAL DE CLIMATOLOGIA

HORA DEL MERIDIANO 75° W.

E N E R O			F E B R E R O			M A R Z O		
Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta
1	7:10	5:55	1	7:09	6:15	1	6:52	6:32
2	7:10	5:55	2	7:09	6:16	2	6:51	6:32
3	7:10	5:56	3	7:09	6:17	3	6:51	6:33
4	7:11	5:56	4	7:08	6:18	4	6:50	6:33
5	7:11	5:57	5	7:08	6:19	5	6:49	6:34
6	7:11	5:58	6	7:07	6:19	6	6:48	6:34
7	7:11	5:58	7	7:06	6:20	7	6:47	6:35
8	7:12	5:59	8	7:06	6:20	8	6:46	6:35
9	7:12	5:59	9	7:05	6:21	9	6:45	6:36
10	7:13	6:00	10	7:05	6:21	10	6:44	6:36
11	7:13	6:01	11	7:04	6:22	11	6:43	6:36
12	7:13	6:02	12	7:04	6:23	12	6:42	6:37
13	7:13	6:03	13	7:03	6:24	13	6:41	6:37
14	7:13	6:04	14	7:03	6:24	14	6:40	6:38
15	7:13	6:05	15	7:02	6:25	15	6:39	6:38
16	7:13	6:05	16	7:02	6:25	16	6:38	6:39
17	7:13	6:06	17	7:01	6:26	17	6:37	6:39
18	7:13	6:06	18	7:01	6:26	18	6:36	6:39
19	7:12	6:07	19	7:00	6:27	19	6:35	6:40
20	7:12	6:08	20	6:59	6:27	20	6:34	6:40
21	7:12	6:09	21	6:58	6:28	21	6:33	6:40
22	7:12	6:09	22	6:57	6:29	22	6:32	6:41
23	7:12	6:10	23	6:56	6:29	23	6:31	6:41
24	7:11	6:10	24	6:55	6:30	24	6:30	6:42
25	7:11	6:11	25	6:55	6:30	25	6:29	6:42
26	7:11	6:12	26	6:54	6:31	26	6:28	6:43
27	7:11	6:12	27	6:53	6:31	27	6:27	6:43
28	7:11	6:13	28	6:53	6:31	28	6:26	6:43
29	7:10	6:13				29	6:25	6:43
30	7:10	6:14				30	6:24	6:44
31	7:10	6:15				31	6:23	6:44

TABLAS DE SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL EN LA HABANA
CALCULADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL PARA EL AÑO 1938

LUIS SANTAMARIA, OFICIAL DE CLIMATOLOGIA

HORA DEL MERIDIANO 75° W.

A B R I L			M A Y O			J U N I O		
Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta
1	6:22	6:41	1	5:56	6:55	1	5:43	7:10
2	6:21	6:44	2	5:55	6:56	2	5:43	7:11
3	6:20	6:45	3	5:55	6:56	3	5:42	7:11
4	6:19	6:45	4	5:54	6:57	4	5:42	7:12
5	6:18	6:46	5	5:54	6:58	5	5:42	7:12
6	6:17	6:46	6	5:53	6:59	6	5:42	7:13
7	6:16	6:47	7	5:53	6:59	7	5:42	7:14
8	6:15	6:47	8	5:52	7:00	8	5:42	7:14
9	6:14	6:48	9	5:51	7:00	9	5:42	7:15
10	6:13	6:48	10	5:51	7:01	10	5:42	7:15
11	6:13	6:48	11	5:50	7:01	11	5:42	7:15
12	6:12	6:49	12	5:50	7:01	12	5:42	7:15
13	6:11	6:49	13	5:49	7:02	13	5:42	7:16
14	6:10	6:50	14	5:49	7:02	14	5:42	7:16
15	6:09	6:50	15	5:48	7:03	15	5:42	7:16
16	6:08	6:50	16	5:48	7:03	16	5:42	7:16
17	6:07	6:51	17	5:48	7:04	17	5:42	7:17
18	6:07	6:51	18	5:47	7:05	18	5:43	7:17
19	6:06	6:51	19	5:47	7:05	19	5:43	7:17
20	6:05	6:52	20	5:46	7:06	20	5:43	7:17
21	6:04	6:52	21	5:46	7:06	21	5:43	7:17
22	6:03	6:52	22	5:45	7:07	22	5:43	7:18
23	6:02	6:53	23	5:45	7:07	23	5:44	7:18
24	6:01	6:53	24	5:44	7:07	24	5:44	7:18
25	6:00	6:54	25	5:44	7:08	25	5:44	7:18
26	6:00	6:54	26	5:44	7:08	26	5:44	7:19
27	5:59	6:55	27	5:44	7:08	27	5:45	7:19
28	5:59	6:55	28	5:43	7:09	28	5:45	7:19
29	5:58	6:56	29	5:43	7:09	29	5:45	7:19
30	5:57	6:56	30	5:43	7:10	30	5:46	7:19
			31	5:43	7:10			

TABLAS DE SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL EN LA HABANA
CALCULADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL PARA EL AÑO 1938

LUIS SANTAMARIA, OFICIAL DE CLIMATOLOGIA
HORA DEL MERIDIANO 75° W.

JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE		
Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta
1	5:46	7:19	1	5:59	7:11	1	6:11	6:47
2	5:46	7:19	2	5:59	7:11	2	6:11	6:46
3	5:47	7:19	3	6:00	7:10	3	6:11	6:45
4	5:47	7:19	4	6:00	7:10	4	6:12	6:44
5	5:47	7:19	5	6:00	7:09	5	6:12	6:43
6	5:48	7:19	6	6:01	7:09	6	6:12	6:42
7	5:48	7:19	7	6:01	7:07	7	6:13	6:41
8	5:49	7:18	8	6:02	7:06	8	6:13	6:40
9	5:49	7:18	9	6:02	7:06	9	6:13	6:39
10	5:50	7:18	10	6:03	7:05	10	6:14	6:38
11	5:50	7:18	11	6:03	7:05	11	6:14	6:37
12	5:51	7:18	12	6:04	7:04	12	6:15	6:36
13	5:51	7:18	13	6:04	7:04	13	6:15	6:35
14	5:52	7:18	14	6:04	7:03	14	6:15	6:34
15	5:52	7:18	15	6:05	7:02	15	6:15	6:33
16	5:52	7:18	16	6:05	7:01	16	6:16	6:32
17	5:52	7:18	17	6:05	7:00	17	6:16	6:31
18	5:53	7:17	18	6:06	6:59	18	6:16	6:30
19	5:53	7:17	19	6:06	6:59	19	6:16	6:29
20	5:53	7:17	20	6:07	6:58	20	6:17	6:28
21	5:53	7:16	21	6:07	6:57	21	6:17	6:27
22	5:54	7:16	22	6:07	6:55	22	6:18	6:26
23	5:55	7:15	23	6:08	6:55	23	6:18	6:25
24	5:55	7:14	24	6:08	6:54	24	6:18	6:24
25	5:56	7:14	25	6:08	6:54	25	6:18	6:23
26	5:56	7:14	26	6:09	6:53	26	6:19	6:22
27	5:57	7:13	27	6:09	6:52	27	6:19	6:21
28	5:57	7:13	28	6:09	6:51	28	6:19	6:20
29	5:58	7:12	29	6:10	6:50	29	6:20	6:19
30	5:58	7:12	30	6:10	6:49	30	6:20	6:18
31	5:59	7:11	31	6:10	6:49			

TABLAS DE SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL EN LA HABANA
CALCULADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL PARA EL AÑO 1938

LUIS SANTAMARIA, OFICIAL DE CLIMATOLOGIA

HORA DEL MERIDIANO 75° W.

OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta	Día	Salida	Puesta
1	6:21	6:17	1	6:34	5:52	1	6:54	5:42
2	6:21	6:16	2	6:35	5:51	2	6:54	5:43
3	6:21	6:15	3	6:35	5:50	3	6:55	5:43
4	6:22	6:14	4	6:36	5:49	4	6:55	5:43
5	6:22	6:13	5	6:36	5:48	5	6:56	5:43
6	6:22	6:12	6	6:37	5:48	6	6:57	5:43
7	6:23	6:11	7	6:37	5:48	7	6:57	5:43
8	6:23	6:10	8	6:38	5:47	8	6:58	5:43
9	6:24	6:10	9	6:39	5:46	9	6:59	5:44
10	6:24	6:09	10	6:40	5:46	10	6:59	5:44
11	6:24	6:08	11	6:41	5:45	11	7:00	5:45
12	6:25	6:07	12	6:41	5:45	12	7:00	5:45
13	6:25	6:06	13	6:42	5:45	13	7:01	5:46
14	6:25	6:05	14	6:42	5:45	14	7:02	5:46
15	6:26	6:05	15	6:43	5:44	15	7:02	5:47
16	6:26	6:04	16	6:43	5:44	16	7:03	5:47
17	6:27	6:03	17	6:44	5:44	17	7:03	5:47
18	6:27	6:02	18	6:44	5:44	18	7:04	5:48
19	6:28	6:01	19	6:45	5:44	19	7:04	5:48
20	6:28	6:00	20	6:46	5:43	20	7:05	5:49
21	6:29	5:59	21	6:47	5:43	21	7:06	5:49
22	6:29	5:58	22	6:47	5:43	22	7:06	5:49
23	6:29	5:57	23	6:48	5:42	23	7:06	5:50
24	6:30	5:56	24	6:48	5:42	24	7:07	5:50
25	6:30	5:56	25	6:49	5:42	25	7:07	5:51
26	6:30	5:55	26	6:49	5:42	26	7:08	5:52
27	6:31	5:55	27	6:50	5:42	27	7:08	5:52
28	6:31	5:54	28	6:51	5:42	28	7:08	5:53
29	6:32	5:53	29	6:52	5:42	29	7:09	5:53
30	6:32	5:53	30	6:53	5:42	30	7:09	5:54
31	6:33	5:52				31	7:10	5:54

ESTADO GENERAL DEL TIEMPO EN LA HABANA
EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE
DEL AÑO 1937

MAYO

Lo mismo que en abril, la presión atmosférica media de este mes fué casi igual a la normal, de 760.6 mm., oscilando los valores extremos entre una máxima de 763.3 mm. y una mínima de 758.0 mm. Con la temperatura ocurre exactamente igual, ya que la media obtenida durante este mes que fué de 25.5 C. es el valor que corresponde a la época. La máxima temperatura no fué nada notable, pues no pasó de 31.3 C., y la mínima también normal fué de 20.2 C. La tensión media del vapor de agua obtuvo el valor de 18.5 mm. y la humedad relativa media el de 77 por ciento, un poco mayores que los correspondientes. El viento predominante fué el NE; y la velocidad media de 4.2 metros por segundo. El total de lluvia registrado fué de 43.5 mm., que es aproximadamente la tercera parte de la lluvia que debe caer en este mes. La máxima velocidad del viento se registró el día 14, y fué de 17.0 m. p. s., del WNW, reconociendo por causa a una baja al Oeste del extremo Sur de la Florida.

JUNIO

Durante este mes la presión atmosférica alcanzó valores bastante altos y como consecuencia la media mensual, que fué de 761.8 mm. es superior en medio milímetro a la normal. La presión más alta fué de 765.0 mm., y la más baja de 757.1 mm. La temperatura fué ligeramente superior a la correspondiente, habiéndose obtenido una media de 26.6 C. La máxima registrada fué de 33.8 C.

y la mínima de 21.8 C. La tensión media del vapor de agua obtuvo el valor de 21.1 mm. que es más alto del que corresponde al mes. Lo mismo ocurre con el promedio de humedad relativa, de 82 por ciento. El viento que predominó fué el E; y la velocidad media dió el valor de 3.7 metros por segundo. Llovió bastante durante el mes, registrándose 274.6 mm., que es un sesenta por ciento más de la lluvia que debe de caer en este mes. La máxima velocidad del viento ocurrió el día 29, siendo del Sur, con 22.4 m. p. s., y reconociendo por causa bajas presiones al Norte.

JULIO

En este mes continuó la presión alta, resultando la media mensual de 762.9 mm., que es también, como la de junio, superior en medio milímetro al valor normal; estando comprendidas las oscilaciones del barómetro durante el mes, entre los 765.0 mm. de máxima y los 760.0 mm. de mínima. La temperatura corresponde precisamente a la normal, siendo la media de 26.9 C. La máxima temperatura no fué tan alta como la de junio, registrándose 33.0 C., y la mínima no bajó de 21.4 C. La tensión media del vapor de agua fué de 21.5 mm., que es más alta que el valor medio normal. La humedad relativa media fué igual a la de junio, es decir, 82 por ciento, valor que es alto. Continuó siendo el E el viento predominante; no pasando de 3.6 m. p. s. la velocidad media. La lluvia fué también normal, registrándose 127.6 mm. La máxima velocidad del viento se registró el día 1º, por una turbonada, y fué de 20.6 m. p. s., procediendo el viento del SSW.

AGOSTO

La presión atmosférica dió una media mensual en agosto ligeramente superior a la que corresponde al mes, y fué de 761.6 mm., comprendidos los valores entre una máxima de 764.9 mm. y una mínima de 757.5 mm. La temperatura resultó cerca de medio grado más alta

que la normal, pues fué de 27.4 C., oscilando entre una máxima de 33.9 C. y una mínima de 22.2 C. La tensión media del vapor de agua arrojó una media de 22.1 mm., que es un valor superior al correspondiente, y lo mismo puede afirmarse de la humedad relativa media, ya que dió un 82 por ciento. Signió predominando, como en julio y en junio, el viento del E, siendo la velocidad media de 3.4 m. p. s. El total de lluvia fué de 99.2 mm., que es solamente un poco más de la mitad de lo que debe caer en este mes. Las máximas velocidades del viento ocurrieron el día 3, del SSE, 14.3 m. p. s. por turbonada, y el día 13, con la misma velocidad, del SE, por baja al Oeste combinada con condiciones de turbonada.

J. C. M.

**ALGUNOS FENÓMENOS INTERESANTES EN EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE
DEL AÑO 1937**

14 DE MAYO:

Baja incipiente al Noroeste y no lejos de Cayo Hueso. El día 15 se halla a unas 250 millas al Nordeste de la Gran Bahama. El día 16 la encontramos a unas trescientas millas al Este del Cabo Hateras.

23 DE MAYO:

Débil depresión que nace al Suroeste y cerca de Cabo Cruz y se mueve al Nordeste. El día 24 se halla al Noroeste de la Gran Inagua. El 25 la encontramos al Norte de las Islas Turcas; por la noche de este día a unas 250 millas al Nordeste de las citadas islas.

26 DE JULIO:

Nace una debilísima depresión al Oeste y cerca de Cayo Hueso. El día 27 se halla sobre Fort Myers. Retorna al Golfo. El 28 y el 29 a unas 200 millas hacia el Oeste de Tampa. Del 29 al 30 cruza el extremo Norte de la Florida. El 30, a poco más de 100 millas al Este de Jacksonville. El 31 al Sudeste y cerca del Cabo Hateras; el 1 de agosto a unas 200 millas al Este de Nantucket.

3 DE AGOSTO

Débil perturbación que nace al Este y cerca de Grande Abacó. El día 4 se halla a unas 150 millas al Nortenordeste de Grande Abacó. El 5, a unas 250 millas hacia el Este de Charleston. El 6, al Este y cerca del Cabo Hateras.

S AL 14 DE AGOSTO:

Una débil depresión cruza el Mar Caribe desde la zona de la Barbada y Santa Lucía, por el Sur y Sureste y no distante de Caimán Grande, pasa sobre el extremo Norte de Yucatán, penetra en el Golfo de México llegando a unas 150 millas o poco más al Norte de Progreso, y desciende al tercer cuadrante, desapareciendo en el Golfo de Campeche.

22 DE AGOSTO:

Perturbación ciclónica procedente del Atlántico. El día 22 en las inmediaciones de latitud 19° y longitud 55° . Cruza a unas 150 millas al Norte de Puerto Rico durante el 25. Del 26 al 27 por el Norte y muy cerca de las Islas Turcas. El 27 sobre Mariguana. El 28, sobre la parte Norte de Andros. El 29 sobre el extremo occidental de la Gran Bahama. El 30, sobre la parte Norte de la Florida, cerca de Daytona Beach. El 31, en las inmediaciones de Apalachicola. El 1 de septiembre en las cercanías de Montgomery, Alabama. El 30, tenía fuerza de ciclón de moderada intensidad.

J. C. M.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL

MAYO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del Vapor de agua	Humedad Relativa	Viento predominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
	700 +	Cent.	mm.	%		m/s.	700 +	700 -	Cent.	Cent.		m/s.	mm.
1	59.8	26.6	19.0	75	ENE	3.9	60.9	58.8	31.3	22.2	NNE	12.1	
2	60.5	26.4	19.6	78	ENE	3.2	63.1	59.0	30.5	21.2	N	14.8	20.3
3	61.2	25.3	19.3	81	NNW	3.5	63.3	59.6	28.5	21.3	N	9.8	10.4
4	61.1	25.5	18.9	78	NNW	2.8	62.0	60.0	27.8	23.9	N	7.2	
5	60.3	25.2	18.6	79	N	2.2	61.6	59.2	28.5	21.7	N	8.9	LI
6	60.1	23.3	19.1	90	ENE	2.0	61.3	59.0	25.7	21.6	SE	7.6	9.7
7	59.9	24.8	19.2	83	NW	3.7	61.3	58.7	28.8	20.9	NW	9.8	
8	60.2	24.3	17.9	79	NNW	3.2	61.1	58.6	28.8	21.1	NW	14.8	
9	61.2	24.5	16.5	73	N	3.0	62.0	60.3	27.4	21.0	NW	8.1	
10	61.1	24.6	18.6	81	NE	3.3	62.3	59.9	27.9	20.2	NNE	10.7	
11	61.4	24.9	18.4	80	ENE	1.9	62.8	60.2	29.1	20.8	NE	16.1	6.3
12	61.9	25.3	19.1	81	ENE	5.2	62.8	60.8	29.6	21.2	NE	16.1	
13	61.7	25.9	20.3	82	E	4.2	62.9	60.3	30.0	21.6	NE	12.5	2.8
14	60.3	25.5	20.5	86	SSW	4.1	61.7	59.2	31.0	22.2	WNW	17.0	
15	59.6	25.4	19.6	82	WNW	3.5	60.6	58.8	28.8	22.4	NW	9.8	
16	60.4	25.4	18.6	78	NNE	4.2	61.6	59.3	27.8	22.9	NNE	9.8	
17	61.4	25.5	17.4	73	ENE	5.2	62.3	60.7	29.8	21.9	NE	15.2	
18	61.6	24.9	15.4	67	ENE	4.8	62.9	60.8	29.8	20.4	NE	14.3	
19	60.6	25.2	16.5	71	ENE	1.5	61.7	59.6	29.0	21.2	NE	12.5	
20	60.4	25.4	18.5	77	ENE		61.3	59.7	29.8	21.2	NNE	13.4	LI
21	60.9	25.9	19.4	79	ENE	4.6	61.8	60.1	29.7	21.3	NE	13.4	
22	61.2	25.9	18.0	74	ENE	5.1	62.3	59.9	30.1	21.4	NE	14.3	
23	61.0	25.9	18.8	76	ENE	5.1	62.1	59.6	30.2	21.2	NE	13.4	LI
24	60.2	26.4	19.5	77	NE	5.1	61.2	59.1	29.9	22.0	NE	13.4	
25	59.8	26.2	18.8	75	ENE	4.2	60.7	58.6	30.1	23.1	NNE	13.4	
26	60.6	26.0	17.8	72	ENE	1.9	61.5	59.3	30.6	21.9	NE	14.3	
27	61.0	26.1	17.3	70	ENE	5.3	61.8	59.9	30.2	22.0	NE	13.9	
28	60.2	25.7	17.0	71	ENE	4.8	61.3	59.3	29.5	21.2	NNE	13.0	
29	59.0	25.6	17.3	72	ENE	4.3	59.9	58.0	30.0	21.1	NNE	13.4	
30	60.1	25.8	18.6	77	NE	5.0	61.2	58.7	30.4	20.8	NNE	13.4	
31	60.9	26.5	19.3	76	ENE	5.4	61.7	59.7	30.6	21.6	NNE	14.3	
Prom.	60.6	25.5	18.5	77	NE	4.2	61.8	58.2	29.3	21.6	Total de lluvia	43.5	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL

JUNIO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia mm.
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad Relativa	Viento pre- dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
700 +	Cent.	mm.	%		m/s.	700 %	700 %	Cent.	Cent.		m/s.	mm.	
1	61.7	27.1	19.6	75	ENE	4.5	62.6	60.9	32.2	22.2	N	13.4	
2	61.9	27.1	20.6	78	ENE	4.7	62.6	61.3	31.3	23.0	NE	13.4	
3	61.1	26.3	21.5	85	ESE	2.4	61.9	60.1	30.3	23.7	SSE	9.8	19.8
4	61.0	28.0	21.2	77	ESE	3.0	62.0	59.9	33.8	24.0	S	12.1	
5	62.1	27.4	21.3	79	E	3.1	63.3	60.7	32.4	23.7	NE	12.5	1.3
6	62.7	27.4	22.6	84	ENE	4.2	64.0	61.2	32.0	23.6	N	13.0	
7	62.8	27.7	21.2	78	ENE	4.4	64.0	61.7	32.0	23.6	NE	11.6	
8	63.0	26.7	21.4	83	ENE	3.7	64.5	61.8	31.0	23.2	NE	12.1	3.6
9	63.1	27.2	21.3	80	ENE	4.5	64.1	62.0	31.2	24.2	NE	13.0	
10	63.6	27.5	21.2	79	ENE	4.7	64.9	62.4	32.8	23.4	NE	13.9	
11	64.2	26.9	21.2	81	ENE	3.9	65.0	63.0	31.3	23.8	NE	13.0	
12	63.6	27.0	21.3	81	ENE	4.0	64.9	62.1	31.3	23.2	N	11.6	
13	63.4	27.2	21.4	81	NE	4.5	64.1	62.3	31.5	23.2	NE	13.4	
14	63.0	27.3	21.0	79	ENE	4.2	64.0	62.1	32.4	23.2	N	12.5	
15	62.4	27.1	20.4	77	ENE	3.7	63.3	61.4	32.2	23.7	NE	10.3	LL
16	62.3	26.6	20.3	80	E	2.8	63.3	61.2	32.4	23.9	N	10.7	LL
17	62.3	25.3	19.8	83	ENE	2.6	63.5	61.5	32.5	22.4	S	17.4	1.0
18	62.6	24.4	19.6	87	E	2.9	63.6	61.5	31.6	22.0	N	13.4	50.6
19	62.3	25.3	20.2	85	E	3.1	63.7	61.1	31.2	21.6	N	11.2	21.8
20	62.9	25.5	20.7	86	NE	2.9	63.9	61.5	30.5	22.3	N	9.4	43.7
21	62.3	26.9	20.0	80	NE	2.8	63.3	61.1	32.0	22.4	N	9.4	
22	61.4	27.6	22.1	81	SSE	2.1	62.3	60.3	31.4	23.6	NW	8.1	
23	60.5	27.4	22.4	83	SW	3.5	61.5	59.5	31.5	24.2	S	9.8	
24	59.3	26.1	21.6	86	SW	5.0	60.8	58.6	28.7	24.2	NW	9.8	1.3
25	59.2	26.1	21.7	87	S	3.5	60.1	58.2	30.0	23.5	S	8.1	
26	60.0	25.8	21.3	87	SSE	2.1	61.1	58.5	30.4	23.2	NW	10.7	13.7
27	61.5	25.3	21.1	89	SSE	2.6	62.3	60.2	31.0	23.2	SE	15.2	28.2
28	60.5	25.0	21.5	92	ESE	2.6	62.0	58.9	31.0	22.5	NNW	8.9	73.1
29	58.0	25.2	21.0	88	S	6.0	58.9	57.1	30.1	22.2	S	22.4	16.5
30	59.5	26.7	21.4	83	SSE	6.7	61.4	57.3	29.2	23.9	S	15.2	
Prm.	61.8	26.6	21.1	82	E	3.7	62.9	60.6	31.4	23.2	Total de Lluvia	274.6	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL

JULIO DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia mm.
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad relativa	Viento pre- dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
	700 +	Cent.	mm.	%		m/s.	700 +	700 +	Cent.	Cent.		m/s.	mm.
1	62.4	26.2	21.2	85	SSE	5.5	65.0	60.0	31.5	22.2	SSW	20.6	19.0
2	63.5	27.5	22.5	83	E	4.6	64.7	62.6	32.8	23.7	N	10.7	
3	62.9	27.8	22.7	82	NNE	5.4	64.0	61.9	31.7	23.7	N	14.3	
4	62.7	27.0	21.6	82	ENE	5.9	63.6	61.8	30.0	24.2	NE	15.2	
5	62.7	27.1	21.7	82	ENE	5.1	63.7	61.9	30.4	24.2	NE	17.4	
6	62.3	25.1	20.6	88	E	2.9	63.2	61.1	30.2	23.2	NE	11.2	13.2
7	61.2	25.6	21.0	87	E	2.9	62.1	60.2	30.7	22.6	SE	14.8	5.8
8	61.8	26.5	20.1	78	E	3.3	63.0	60.3	30.5	22.2	SSE	14.8	
9	63.1	26.7	21.1	81	ENE	3.6	64.0	61.8	30.4	23.2	NE	13.0	4.1
10	64.1	26.7	21.1	82	ENE	4.1	65.0	62.8	31.0	23.6	ENE	12.1	
11	63.9	25.8	20.7	84	E	3.7	64.8	62.2	30.8	21.1	S	12.5	34.5
12	62.8	25.7	20.7	85	E	3.1	64.2	61.2	30.1	21.6	S	10.3	1.3
13	62.4	26.5	20.6	80	E		63.5	61.5	30.0	22.5	NE	9.0	
14	62.6	26.9	21.1	80	ENE	3.5	63.7	61.4	31.1	23.4	NE	10.3	
15	63.2	26.8	20.5	79	ESE	3.0	64.1	62.1	31.8	23.5	S	11.9	
16	63.6	26.0	20.1	81	E	2.9	64.8	62.6	31.6	21.5	SSE	18.5	28.7
17	64.0	27.2	22.1	83	ENE	4.0	65.0	62.7	30.5	23.2	NNE	7.2	
18	63.6	27.5	22.6	84	ENE	4.3	64.5	62.3	31.0	23.9	NE	8.5	
19	63.2	28.0	22.0	79	ENE	4.7	64.0	62.1	32.8	24.1	NE	8.5	
20	62.8	27.7	22.1	81	E	3.1	63.9	61.8	31.9	24.3	NE	8.5	4.3
21	63.0	27.3	21.9	81	ENE	4.0	64.0	61.9	31.0	23.7	NE	7.6	
22	63.1	27.5	22.6	83	ENE	4.2	63.9	62.1	31.0	24.2	NE	7.2	
23	62.8	27.3	22.1	83	ENE	3.8	63.7	61.4	30.5	24.3	NNE	11.6	
24	62.2	26.5	22.1	86	ENE	3.7	63.3	61.2	30.8	24.1	NE	12.5	8.4
25	62.2	26.5	21.8	85	E	2.3	63.5	61.0	31.0	23.2	NE	9.4	6.9
26	62.3	26.8	20.8	80	SE	2.2	63.4	61.3	30.6	23.7	SSW	11.6	
27	62.5	27.4	21.4	79	ESE	2.5	63.8	61.2	31.2	24.5	S	9.8	
28	63.4	27.5	21.8	81	SE	2.0	64.4	62.0	30.8	24.2	NNW	7.2	2.0
29	63.1	27.3	22.1	82	ESE	2.3	64.1	62.2	30.5	24.2	NNW	7.6	
30	62.6	27.4	21.9	82	ENE	2.0	63.6	61.4	32.0	24.7	S	7.2	0.3
31	62.4	28.0	21.6	78	E	3.2	63.3	61.1	33.0	24.0	NNE	10.7	
Prom.	62.9	26.9	21.5	82	E	3.6	63.9	61.6	31.1	23.4	Total de lluvia	127.6	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL

AGOSTO DE 1937

Dia	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad Relativa	Viento pre dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
	700 +	Cent.	mm.	%		m/s.	700 +	700 +	Cent.	Cent.		m/s.		mm.
1	63.1	27.5	21.9	80	E	3.5	64.2	62.0	31.2	24.2	NE	9.8	
2	63.0	27.0	22.1	84	E	2.9	64.1	61.8	31.7	24.6	S	11.6	0.3
3	61.9	25.8	21.3	87	SSE	2.2	63.2	60.9	31.3	22.2	SSW	14.3	30.0
4	60.7	26.4	21.3	84	SSE	1.7	61.7	59.9	31.4	22.5	SSW	6.7	0.5
5	61.5	27.3	21.2	80	ENE	2.7	63.0	60.3	30.3	23.4	N	5.4	
6	62.5	28.0	22.6	81	ENE	4.0	61.2	61.5	31.9	24.2	NE	11.2	
7	63.1	27.6	22.9	84	E	3.6	63.8	61.6	30.9	24.7	NE	11.2	
8	61.9	27.9	21.7	79	ENE	4.5	63.3	60.7	31.4	24.6	NNE	6.3	
9	61.5	27.9	22.3	81	ENE	4.2	62.7	60.3	32.4	24.4	NE	7.2	
10	61.4	28.2	22.6	80	ENE	4.6	62.6	60.3	32.1	24.1	NE	11.2	
11	60.6	26.9	22.3	85	E	3.9	62.2	59.3	31.5	24.9	SSE	11.2	
12	61.2	27.5	21.0	78	E	4.2	62.5	60.0	33.2	23.4	SE	13.0	
13	61.7	27.3	21.9	82	E	3.3	63.7	60.1	32.5	24.5	SE	14.3	3.3
14	62.6	28.0	22.2	80	ENE	3.8	64.1	61.3	33.3	23.2	NE	10.3	
15	63.1	28.4	22.8	80	ENE	4.7	64.9	62.6	31.5	24.8	NE	12.1	LI
16	63.0	27.7	21.7	79	E	3.6	64.6	61.0	32.1	25.0	SE	13.4	LI
17	61.1	27.5	21.9	81	ENE	2.8	62.9	59.5	31.2	24.4	NNE	8.9	
18	60.3	27.5	22.3	82	ENE	2.8	61.5	59.1	31.2	23.9	N	9.0	
19	61.9	27.3	21.0	79	E	2.5	63.3	59.9	33.9	24.2	NE	10.3	29.0
20	62.8	27.5	22.5	83	ENE	4.5	64.2	61.6	31.4	24.2	NE	13.0	
21	62.3	28.0	22.5	80	NE	4.7	63.7	60.7	31.3	25.1	NE	12.1	
22	61.1	26.4	22.2	87	ENE	3.6	62.8	59.1	30.0	22.8	ENE	13.4	4.1
23	61.0	27.3	22.1	82	ENE	3.3	62.1	59.8	31.2	23.6	NE	9.4	
24	61.9	27.7	22.8	83	ENE	3.9	62.9	60.9	31.8	24.2	NNE	9.8	
25	61.9	28.1	23.8	85	ENE	4.1	63.1	60.7	31.2	25.0	NE	11.6	
26	61.6	28.4	23.4	82	ENE	3.4	63.0	60.2	32.8	25.4	NNE	9.8	
27	60.0	27.7	22.6	83	ESE	2.4	61.5	59.1	31.5	25.1	N	8.9	
28	58.3	27.1	21.4	81	SSE	2.2	59.1	57.5	32.1	24.0	N	8.5	
29	60.0	27.3	22.0	82	ESE	1.9	61.6	58.3	31.9	24.0	SW	9.8	14.0
30	61.9	25.9	21.5	86	SE	2.0	62.8	60.6	31.3	23.5	ESE	9.8	
31	61.8	26.5	21.0	81	ENE	3.3	63.0	60.0	31.3	23.2	N	11.6	18.0
Prom.	61.6	27.4	22.1	82	E	3.4	63.0	60.4	31.7	24.1	Total de lluvia		99.2

Mario Rodríguez.

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE MAYO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Medio mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guano	32.1	20.7	26.5	35.0	1	17.8	4	Sr. Daniel Fernández
Pinar del Río	30.7	20.8	25.8	31.7	9	17.8	14	Sr. José E. Reyes
Granja F. Pinar del Río	31.1	19.7	25.4	36.0	1	17.0	8	Sr. Armando Díal
Central Hershey	27.3	24.3	25.8	29.5	2	23.0	9	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	28.5	20.1	24.3	31.5	1	17.8	29	Sr. Alfredo Herrera
Güines	32.0	19.0	25.7	35.0	14	17.0	18	Sr. Miguel A. Parets
Granja Escuela Colón	32.0	24.0	28.0	36.0	2	20.0	15	Sr. Eustaquio Calera
Central Soledad	30.2	20.7	25.5	33.0	30	19.0	8	Personal Oficina
Central Adela	29.6	22.7	26.2	32.0	2	20.0	4	Sr. Administrador
Cienfuegos, Oficina Cable	33.0	24.6	28.8	35.0	3	23.0	9	Sr. A. E. Standen
Central San Isidro	28.9	19.4	24.2	32.2	2	17.2	17	Sr. James E. Boykin
Ceballos	32.5	20.9	26.7	35.0	2	18.0	22	Sr. Frank H. Kydd
Central Elin	31.6	20.3	26.0	34.0	5	18.0	27	Srta. C. Pérez Pentón
Central Francisco	31.4	21.1	26.3	33.0	6	20.0	10	Sr. Augusto Samuels
Central Preston	32.6	16.1	24.3	35.6	14	15.0	26	Personal Oficina
Central Banes	32.3	21.6	28.9	35.0	4	17.8	9	Personal Oficina
Ensenada de Mora	27.8	21.7	24.7	28.9	3	20.0	21	Sr. Administrador
Gibara	30.3	19.1	24.7	31.0	1	18.0	28	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo Sugar Co.	29.4	22.8	26.1	32.2	7	20.6	11	Personal Oficina
Central Isabel, M. Luna	31.0	22.5	26.8	33.0	29	21.0	26	Srta. Elvira L. Cossío
Holguín	29.0	23.2	26.1	33.0	3	22.0	15	Sr. J. M. Franco Moyá

LUIS SANTAMARIA,
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE JUNIO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guano	32.6	22.7	27.6	33.9	7	21.1	9	Sr. Daniel Fernández
Dinar del Río	30.3	23.0	26.6	33.3	7	21.1	1	Sr. José E. Reyes
Hacienda E. Pinar del Río	34.2	20.8	27.5	36.0	27	19.0	30	Sr. Armandito Dial
Central Hershey	28.2	25.3	26.8	29.5	5	24.0	28	Personal Oficina
Central San Antonio	27.8	25.9	26.8	30.0	4	23.0	7	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	29.6	22.7	26.1	32.0	8	20.8	30	Sr. Alfredo Herrera
Güimes	34.0	21.0	27.7	38.0	10	19.0	11	Sr. Miguel A. Parets
Hacienda Escuela Colón	36.0	26.0	31.0	36.4	5	22.0	4	Sr. Eustaquio Cabeza
Central Soledad	31.4	22.0	26.7	34.0	6	20.0	1	Personal Oficina
Central Adela	31.6	24.1	27.8	36.0	27	21.0	11	Personal Oficina
Cienfuegos O. Cable	34.1	25.4	29.7	37.0	7	21.0	10	Sr. E.A. Standen
Central San Isidro	31.2	20.7	25.9	33.3	16	19.4	24	Sr. James E. Boykin
Central Santa Lucgarda	32.3	25.1	28.7	34.0	7	27.0	26	Sr. Antonio Peñate
Ceballos	34.9	22.9	28.9	36.0	8	20.0	1	Sr. Frank H. Kydd
Central Elia	32.3	21.8	27.0	34.0	6	20.0	7	Srta. C. Pérez Pentón
Central Francisco	34.2	22.3	28.3	35.0	19	21.0	20	Sr. Augusto Saumells
Central Preston	34.3	17.3	25.8	36.7	16	16.1	1	Personal Oficina
Central Bases	32.6	20.2	26.4	35.6	26	18.9	1	Personal Oficina
Ensenada de Mora	28.4	22.9	25.6	30.0	20	15.6	3	Sr. Administrador
Hacienda Escuela Oriente	31.7	21.9	26.8	34.0	8	18.0	10	Sr. M. Rodríguez
Gibara	31.7	20.4	26.0	33.0	28	18.0	24	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo Sugar Co.	30.9	24.6	27.7	32.8	19	22.2	2	Personal Oficina
Central Isabel, M. Luna	29.0	26.0	27.5	34.0	5	21.0	2	Srta. Elvira I. Cosío
Holguín	31.0	24.6	27.8	32.5	19	22.8	24	Sr. J. M. Franco Moyús

LUIS SANTAMARIA
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE JULIO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	33.0	22.6	27.8	35.6	21	21.1	6	Sr. Daniel Fernández
Pinar del Río	31.7	22.8	26.8	33.3	24	21.1	11	Sr. José E. Reyes
Granja E. Pinar del Río	34.1	21.5	27.8	37.0	12	20.0	5	Sr. Armando Dial
Central Hershey	29.0	26.0	27.5	30.5	20	25.0	7	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	29.0	22.3	26.1	32.0	22	20.5	15	Sr. Alfredo Herrera
Güines	34.0	22.0	28.8	38.0	30	19.0	13	Sr. Miguel A. Parets
Granja Escuela Colón	33.0	22.5	27.8	37.0	20	20.0	15	Sr. Eustaquio Calera
Central Soledad	31.7	22.3	27.0	35.0	2	21.0	7	Personal Oficina
Central Adeln	30.4	21.7	27.6	33.0	2	23.0	6	Personal Oficina
Cienfuegos Oficina Cable	34.7	26.4	30.6	38.0	27	24.0	11	Sr. A. E. Standen
Central San Isidro	31.2	21.2	26.2	34.1	30	18.0	16	Sr. James E. Boykin
Central Santa Lucgarda	31.7	24.8	28.2	35.0	18	23.0	22	Sr. Hernández
Ceballos	34.0	22.0	28.5	36.0	29	21.0	16	Sr. Frank H. Kydd
Central Eña	31.9	22.5	26.8	35.0	27	20.0	13	Srta. C. Pérez Pentón
Central Francisco	34.0	23.0	28.5	36.0	2	21.0	13	Sr. Augusto Saumells
Central Preston	35.1	17.2	26.2	37.8	16	16.1	8	Personal Oficina
Central Baños	32.5	20.9	26.7	33.3	1	20.0	3	Personal Oficina
Gibara	32.3	21.6	26.9	33.0	1	20.0	1	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo Sugar Co.	32.5	25.6	29.1	34.4	2	21.1	16	Personal Oficina
Central Isabel, Media Luna	28.2	26.5	27.4	34.5	3	21.0	6	Srta. Elvira L. Cossío
Holguín	31.8	25.9	28.8	34.0	1	24.0	14	Sr. J. M. Franco Moyín

LUIS SANTAMARIA
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE AGOSTO DE 1937
(Centígrados)

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Medio mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guano	35.2	23.1	29.2	36.7	27	20.6	3	Sr. Daniel Fernández
Granja E. Pinar del Río	33.8	21.2	27.5	36.0	1	20.0	2	Sr. Armando Dial
Central Hershey	29.4	26.4	27.8	30.5	6	25.0	30	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	30.1	23.2	26.6	31.5	2	21.8	4	Sr. Alfredo Herrera
Güines	33.0	22.0	27.8	36.0	2	20.0	11	Sr. Miguel A. Pareis
Central Soledad	31.4	22.3	26.8	33.0	8	21.0	2	Personal Oficina
Central Adela	31.2	25.1	28.2	36.0	28	23.0	13	Sr. Administrador
Cienfuegos, Oficina Cable	35.1	26.5	30.8	37.0	8	26.0	1	Sr. A. E. Stauden
Central San Isidro	33.2	21.4	27.3	33.3	1	20.0	4	Sr. Jesús E. Boykin
Central Santa Lucranda	32.7	25.7	29.2	34.0	1	24.0	11	Sr. Antonio Peñate
Ceballos	34.6	23.0	28.8	37.0	27	20.0	19	Sr. Frank H. Kydd
Central Elia	33.4	22.3	27.8	35.0	7	20.0	20	Srta. C. Pérez Pentón
Central Francisco	33.3	22.9	28.1	34.0	2	22.0	12	Sr. Augusto Saumells
Estación de Morn	29.5	23.1	26.3	31.1	1	22.2	11	Sr. Administrador
Gibara	32.7	21.4	27.1	36.0	28	20.0	3	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo Sugar Co.	31.9	25.1	28.5	33.9	25	22.2	16	Personal Oficina
Central Isabel, Media Luna	28.8	25.0	26.9	34.0	5	21.5	31	Srta. Elvira L. Cosío
Central Preston	35.5	17.3	26.4	37.2	4	16.1	10	Personal Oficina
Central Baños	34.0	20.1	27.1	36.7	29	19.4	8	Personal Oficina
Holguín	32.3	25.7	29.0	35.0	29	24.0	19	Sr. J. M. Franco Moyón

LUIS SANTAMARIA
Oficial de Climatología

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO DE 1937

(Milímetros)

ESTACIONES	MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		OBSERVADORES
	Total duran- te el mes	Núm. de días							
Guam	235	10	225	13	32	6	100	6	Sr. Daniel Fernández
Pinar del Río	303	7	285	13	78	5			Sr. José E. Reyes
Junta Prov. Agríc. P. del Río	8	5	642	10					Sr. Secretario
Granja Escuela, P. del Río	240	7	290	6	91	6	175	7	Sr. Armando Dial
Central Niágara	79	1	355	11	152	6	155	11	Personal Oficina
Central Hershey	108	8	337	15	46	7	113	10	Personal Oficina
Central San Antonio	36	12	255	17	209	15	209	15	Personal Oficina
Central Nueva Paz	168	11	387	14			178	12	Sr. E. H. Gato
Santiago de las Vegas	304	7	400	18	252	15	289	17	Sr. Alfredo Herrera
Güines	179	13	263	18	168	14	227	18	Sr. Miguel A. Parets
Granja Escuela Colón	134	9	291	17	174	14			Sr. Eustaquio Calera
Central Conchita	99	3	247	11			86	8	Sr. Administrador
Central Goipúzcoa	115	3	461	15	117	9	326	13	Personal Oficina
Central Portuerra			294	22	111	18			Sr. Fidel Barreto
Central Mercedes	211	9	221	19	123	11	133	14	Sr. R. Fernández
Central Soledad	203	18	178	18	154	15	168	15	Personal Oficina
Central Adela	127	14	139	15	191	13	141	14	Sr. Administrador
Central Caracas	139	11	282	17	116	11	331	11	Personal Oficina
Central Constanza	325		225		170		258		Sr. W. Casanova Jr.
Cienfuegos, Oficina Cable	117	16	150	21	88	14	188	16	Sr. A. E. Stauden
Central San Isidro	147	9	230	14	62	5	115	6	Sr. James E. Boykin
Central Perseverancia	190	10	176	12	97	12	120	13	Personal Oficina
Central Santa Lutgarda	120	10	220	11	132	7	176	5	Sr. Antonio Peñate
Central Unidad	164		177		112		151		Personal Oficina
Central Algodones	217	11							Sr. M. González
Ceballos	199	16	127	12	86	6	85	13	Sr. Frank H. Kydd
Estrella Zona Norte	145	5	232	9	152	8	90	5	Sr. Elio C. Dumas
Estrella Zona Sur	203	8	128	10	120	8	75	8	Sr. Elio C. Dumas
Central Elia	225	17	137	12	118	12	107	10	Srta. C. Pérez Pentón
Central Francisco	329	12	201	15	89	10	70	10	Sr. Augusto Summells
Granja Escuela Camagüey	379	8	659	12	157	5	159	5	Sr. Director

Continúa

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO DE 1937

(Continuación)

ESTACIONES	MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		OBSERVADORES
	Total duran- te el mes	Núm. de días							
Central Jaruquí	342	14	190	12	68	10	141	12	Personal Oficina
Ingenio Jatibonico	146	16	243	15	145	12	85	12	Personal Oficina
Central Lagareño	253	13	139	8	8	2	104	7	Sr. Administrador
Central Morón	160	7	237	10	122	6	82	6	Sr. R. Riverón
Central Naiasa	308	16	215	8	148	12	102	7	Personal Oficina
Central Patria	197	16	124	12	101	10	75	9	Sr. Enrique Amador
Central Stewart	168	8	318	11	80	5	92	7	Sr. Administrador
Central Senado	.....	.....	.....	.....	76	3	78	5	Sr. Administrador
Central Siboney	361	16	167	13	123	9	35	6	Sr. A. Suárez
Central Violeta	263	11	163	10	175	8	.....	.....	Personal Oficina
Central Velasco	93	5	183	9	16	4	105	1	Sr. Raúl Parforno
Central Vertientes	298	15	.....	.....	178	13	161	12	Personal Oficina
Central Algodonal	120	16	118	13	128	11	154	18	Personal Oficina
Central Almeida	247	17	66	9	35	8	97	10	Personal Oficina
Central Bojita	142	14	146	14	234	14	215	19	Personal Oficina
Central Preston	240	26	47	16	29	17	28	21	Personal Oficina
Central Banes	248	26	62	17	41	14	54	19	Personal Oficina
Ensenada de Mira	205	20	21	11	23	8	182	13	Sr. Administrador
Gibara	378	17	83	4	6	4	29	9	Sr. Fulgencio Danta
Granulávarmo Sugar Co.	174	12	63	8	61	13	248	16	Personal Oficina
Central Chaparra	306	.....	22	.....	18	.....	70	.....	Personal Oficina
Central Delicias	145	.....	32	.....	17	.....	67	.....	Personal Oficina
Central Isabel, Media Luna	154	15	119	14	100	12	101	16	Srta. Elvira L. Cassio
Ingenio Jobabo	309	20	143	16	187	7	101	12	Personal Oficina
Manatí Sugar Company	256	15	98	9	12	7	161	10	Personal Oficina
Granja Escuela Oriente	.....	.....	74	10	.....	.....	.....	.....	Sr. Director
Ingenio Río Cauto	242	15	249	9	119	10	249	11	Personal Oficina
Ermita	85	11	93	5	117	5	111	8	Personal Oficina
Holguín	70	14	20	12	8	11	20	7	Sr. J. M. F. Moyúa

LUIS SANTAMARIA
Oficial de Climatología

PUBLICACIONES RECIBIDAS EN EL
OBSERVATORIO NACIONAL DURANTE LOS MESES
DE MAYO, JUNIO, JULIO Y AGOSTO
DE 1937

MAYO

- Anotaciones alrededor de Impulso y Creación.
por Ernesto A. Mullin Moenckeberg.
- Bulletin of the Harvard College Observatory.
March, 1937.
- U. S. Weather Bureau,
Climatological Data, Vol. XXIII, No. 12.
- Monatsübersicht der Witterung in Osterreich.
Enero-Febrero.
- Instituto Geofísico de Coimbra.
Observaciones Meteorológicas, Magnéticas y Seismo-
lógicas.—1982, 1929, Vol. 67 y 68.
- Instituto Geofísico de Coimbra.
Radiación Solar en Coimbra, 1916.
- United States Weather Bureau.
Structure and Maintenance of Dry-type Moisture
Discontinuities not Developed by Subsidence. Jerome
Namias.
- The Physical State of the Upper Atmosphere.
B. Haurwitz.

- Association d'Océanographie Physique.
Temperature of the Western North Atlantic from
Thermographs Records. Phil E. Church.
- U. S. Works Progress Administration.
Areas of Intense Drought Distress, 1930-1936, Series
V, No. 1.
- American Geographical Society.
The Meteorology of Great Floods in the Eastern Uni-
ted States; by Chas. F. Brooks and Alfred H. Thiessen.
- Manila Weather Bureau.
Temperature Conditions in the Eye of some Typhoons,
by Rev. Chas. E. Deppermann, S. J.
- Annales Francaises de Chronométrie.
6e. année; 3e. trimestre 1936, No. 3; 4e. trimestre 1936,
No. 4.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin Mensuel, Avril 1937.
- Porto Rico Weather Bureau.
Climatological Data, October 1936.
- Tashkent Astronomical Observatory.
Astronomical Circular, No. 62-63.
- American Meteorological Society Bulletin.
Radio Meteorographs, Floods and Rains. Vol. XVIII,
No. 3.
- Instituto Coussirat Araujo.
Boletim Anual de Climatologia; 1933.
- Meteorological Observations at Mount Nordenskiöld,
Spitzbergen. During the International Polar Year
1932-33,
by Hilding Olsson
- Observatoire de Paris.
Tables de Précession Pour des Changements d'Equi-
noxe de 25 et de 50 Ans et pour tout autre changement
d'Equinoxe. 1935.

- U. S. Weather Bureau.
U. S. Meteorological Yearbook, 1935.
- Université de Strasbourg (Faculté des Sciences).
Annuaire de l'Institut de Physique du Globe, 1934.
- U. S. Weather Bureau.
Monthly Weather Review, Nov-Dec. 1936; January 1937.
- Publications of the Kwasan Observatory.
Preliminary General Catalogue of Comets, by A. S. Yamamoto.—Zodiacal Charts (type A) for the use of the Observers of Zodiacal Lights, Gegenscheims and Allied Phenomena.
- Institut d'Astronomie Pratique de l'Ecole Polytechnique de Varsovie.
Observations d'Etoiles Variables et de Novae en 1936; F. Kapinski.
Observations Photométriques de DI Peg. et de AB Cas.; W. Opalski.
- Observatorio Geofísico de Cartuja, Granada.
Resumen Sísmico Provisional. Junio de 1936.
- Observatoire de l'Université Sun Yat Sen.
Revue Bimensuelle, Set.-Oct. 1936.

JUNIO

- U. S. Weather Bureau.
Monthly Weather Review, Febr. 1937.
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 1.
- Manila Weather Bureau.
Weather Observations from Ships in the Far West.
Rev. M. Selga.
Meteorological Bulletin for 1935; Jan.-April.

- British East Africa Meteorological Service.
Bulletin of Daily Rainfall in Kenya Colony, Sep.
Oct. 1936.
Bulletin of Daily Rainfall in Uganda Protectorate,
Sept.-Oct.-Nov.-Dec. 1936.
Bulletin of Daily Rainfall in Tanganyika Territory,
Oct. 1936.
- Observatoire Cantonal de Neuchatel.
Rapport du Directeur sur l'Exercise 1936.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin Mensuel No. 177, Mai 1937.
- Société d'Astronomie d'Anvers.
Gazette Astronomique, Mai 1937.
- Sociedad Cubana de Ingenieros.
Revista, Vol. XXX, No. 5, Mayo 1937.
- Observatorio del Ebro.
Boletín Mensual, Vol. XXVII, No. 1-2-3-4-5 y 6.
- Astrophysica Norvegica.
Vol. II, No. 5.
- Observatory of the University of Michigan.
The Spectrum of Nova Herulis.
- Observatoire Astronomique de l'Université de Bel-
grade.
Bulletin, Vol. II, No. 3-4.
- U. S. Weather Bureau.
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 2.
- Institut Astronomique de l'Université Charles de
Prague.
a) Study of the Scorpio-Centaurus Group; by Miss
Jarmila Dolejsi.
b) Observations d'Etoiles Variables; Dr. Rotislav
Rajchl.

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
Wien.
Publikation Nr. 144.
- Universitäts-Sternwarte zu Bonn.
“Der Cepheusnebel”, Von Bernhard Sticker.
- Meteorológiai es Földmagneseségi Intezet. Budapest.
Oct., Nov., Dec. 1936.
- Deutsches Reich Reichsamt für Wetterdienst.
Wissenschaftliche Abhandlungen, Band II, 8, 9, 10;
Band III, 1, 2.
- Hamburger Sternwarte in Bergedorf.
Jahresbericht, 1936.

JULIO

- Soeiedad Cubana de Ingenieros.
Revista, junio de 1937.
- Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate”.
Memorias y Revista, Tomo 53, Nos. 9, 10, 11, 12.
- Royal Observatory Hong-Kong.
Meteorological Results. 1936.
Report of the Director 1936.
- Secretariat de l'Organization Meteorologique Inter-
nationale.
Caractère Magnétique de Chaque Jour des Mois; Oct.,
Dic. 1936.
- American Museum of Natural History.
“Natural History”, June 1937.
- Escuela Superior de Artes y Oficios de La Habana.
Revista “Arte-Ciencia-Trabajo”, Marzo-Abril 1937.

- Deutsches Reich Reichsamt für Wetterdienst.
Wissenschaftliche Abhandlungen; Band II, Nr. 11;
Band III, Nr. 3.
- U. S. Hydrographic Office.
Notice to Mariners, 27-28, 1937.
- Monatsübersicht der Witterung in Osterreich-Wien.
März-April, 1937.
- Magyar Meteorológiai Társaság Folyóirata.
Az Időjárás; enero, febrero y marzo, abril.
- Observatoire Astronomique de Wilno.
Bulletin (Météorologie), Nr. 12.
- Observatorio Geofísico de Cartuja, Granada.
Resumen del Boletín Meteorológico de 1936.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse.
Bulletin Mensuel, junio 1937.
- Observatorio Central de Lima, Perú.
Resumen Mensual Meteorológico, Ene-Jun. 1936.
- Société d'Astronomie d'Anvers.
Gazette Astronomique, Nos. 282-283.
- Observatorio del Ebro.
Boletín Mensual, jul.-ago.-sept., 1936.
- Dominion Observatory-Wellington, N. Z.
Observations during the disappearance of the rings of
Saturn; June 1936,
by I. L. Thomsen.
- Tashkent Astronomical Observatory, U. R. S. S.
Astronomical Circular No. 64-65.
- Observatorio Nacional Meteorológico de San Salvador.
Anales, 1935.

AGOSTO

- Office National Meteorologique de France.
Bulletin Quotidien d'Etudes, Jun. 1937.
Résumé Mensuel du Temps en France, Abr-may, 1937.
- Harvard College Observatory.
Harvard Reprints, Nos. 133, 134, 135, 136, 137, 138.
- U. S. Hydrographic Office.
Notice to Mariners, Aug. 4-11, 1937.
Hydrographic Bulletin, Aug 4-11, 1937.
- R. Osservatorio Astrofisico di Arcetri.
Fascicolo N. 55.
- Tashkent Astronomical Observatory, U. R. S. S.
Astronomical Circular No. 67.
- Australia Meteorological Service.
Rain Map of Australia for the Year 1936.
- Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional
de La Plata.
Publicaciones; Tomo IX, No. 2; Tomo XI, No. 3;
Tomo XII.
- Observatorio Central de Pulkovo, U. R. S. S.
Boletín, Vol. XV, No. 3-4.
- Kodaikanal Observatory, India.
Report for the Year 1936.
Bulletins Nos. CIX, CX, CXI.
- U. S. Weather Bureau.
Climatological Data; Vol. XXIII, No. 13; Vol. XXIV,
No 3.

- Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando,
Cádiz.
Anales, 1936.
- Dominion Observatory, Wellington, N. Z.
The Position of the New Zealand Aurorae,
by M. Geddes.
- The Norman Lockyer Observatory.
“Two New Short-Period Spectrum Variables”.
“In Memoriam—W. J. Stewart Lockyer”.
“Council Reports & Accounts”, June 1937.
“Director’s Annual Report”, April 1, 1936; March 31,
1937.
- Schriften der Naturforschende Gesellschaft in Danzig.
Band XX-Heft I.

E. T.

C
020
015



REPUBLICA DE CUBA
SECRETARIA DE AGRICULTURA
OBSERVATORIO NACIONAL

BOLETIN
DEL
OBSERVATORIO NACIONAL

EPOCA III.

VOL. II. - NUM. 3.

LA HABANA
1937

BOLETIN DEL OBSERVATORIO NACIONAL

PUBLICACION DEL OBSERVATORIO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA

Ing. Amadeo López Castro
Secretario de Agricultura.

Dr. Gustavo E. Perea
Subsecretario de Agricultura.

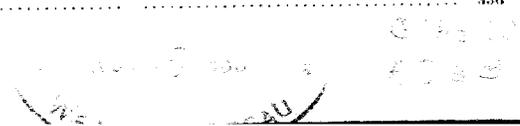
DIRECTOR:
José Carlos Millás
Director del Observatorio Nacional.

EPOCA III. LA HABANA, CUBA, SEPTIEMBRE - DICIEMBRE, 1937. VOL. II. - NUM. 3

SUMARIO

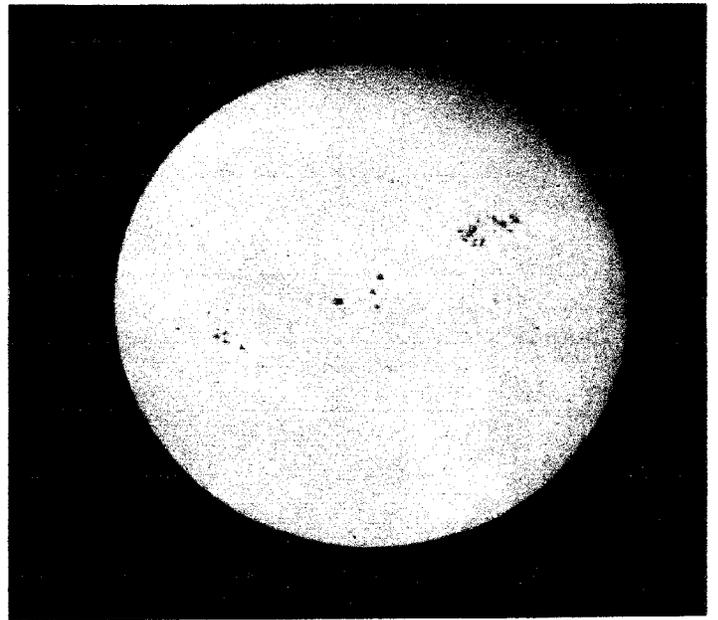
	Pág.
Thermogenese Solaire.—Mario Filippi, Professeur de Physique au lycée du Védado, la Havane.....	265
La Maravillosa de la Ballena.—Ing. Benjamín Muñoz Ginarte, Dr. en Ciencias Físico-Químicas.....	273
La Estación Meteorológica del Cayo Paredón Grande.—José Carlos Millás, Director del Observatorio Nacional.....	285
Notas astronómicas.—I. Velasco de Millás.....	295
Consideraciones sobre el resultado de las observaciones aerológicas efectuadas en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1937	303
Necrología.—Año 1937	328
Estado General del tiempo en La Habana en el tercer cuatrimestre de 1937	331
Algunos fenómenos interesantes en el tercer cuatrimestre de 1937	334
Depresiones, perturbaciones y ciclones de la temporada ciclónica del año 1937	336

3135 11
A 13 3



	<u>Pág.</u>
Resumen del estado general del tiempo en La Habana durante el año 1937	339
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional en el tercer cuatrimestre del año 1937	340
Temperaturas y lluvias en la República en el tercer cuatrimestre del año 1937	344 y 348
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1937	350
Indice General del Vol. II, Epoca III	355

Los autores son los únicos responsables de las ideas expresadas en los trabajos publicados.



Fotografía del Sol tomada el 6 de octubre de 1937.

(Dr. Miguel Méndez)

THERMOGENESE SOLAIRE

MARIO FILIPPI.

Professeur de Physique au lycée du Vedado, la Havane.

Importance de la chaleur pour la vie. — L'âge de la Terre. — Chaleur irradiée par le Soleil. — Diverses théories. L'anéantissement de la matière.

De multiples facteurs énergétiques actent sur les matériaux qui constituent le globe terrestre: de tous, les deux plus importants au point de vue de la grandeur de leurs effets sont: la gravité et la chaleur.

Leurs actions sont éminemment antagoniques: tandis que la gravité tend à réaliser une fonction statique ou de nivellement, la chaleur maintient le dynamisme indispensable à la vie.

Sous l'action de la gravité les corps passent à occuper des positions d'équilibre de plus en plus stables et si elle était l'unique agent actif tout serait immobile à jamais sur la Terre. En échange l'action de la chaleur est complètement opposée: des différences thermiques provoquent les grands mouvements de l'atmosphère et des eaux; elle est la cause des pluies et c'est elle aussi qui provoque toutes les réactions chimiques qui se réalisent "spontanément" et très en particulier celles qui président les phénomènes biologiques.

D'où provient cette chaleur, cause de tant de bienfaits?

Une partie infime procède du magma central, du noyau même de la Terre, d'autres facteurs comme les actions électromagnétiques, les radiations cosmiques peuvent engendrer de minimes quantités de chaleur; mais

l'unique source vraiment importante d'énergie thermique est le Soleil, et, comme nous vivons des bienfaits de l'Astre Roi, il est bien naturel que nous nous intéressions à savoir pendant combien de temps il pourra continuer son action.

Nous ne pouvons pas répondre à cette question, mais nous pouvons tout au moins rappeler les diverses théories qui ont prétendu expliquer la cause de la chaleur solaire et en présenter une très séduisante entre toutes: celle de *l'anéantissement de la matière*.

L'âge de la Terre est encore inconnue et il est curieux d'observer que chaque fois que quelqu'un cherche une réponse à ce problème, il arrive à des résultats chaque fois plus grands et les valeurs acceptées actuellement, comme nous verrons plus loin, doivent être considérées comme des minimums, jamais comme des maximums.

La Géologie, l'Astronomie et la Biologie furent les premières sciences qui fournirent les données nécessaires à la solution de ce problème.

Quand on considère l'énorme épaisseur des terrains de sédimentation et l'on observe avec quelle lenteur ils se forment aujourd'hui, on prévoit des résultats surprenants. Il est impossible de faire un calcul exact, puisque de multiples facteurs peuvent avoir modifié, à travers les temps, les vitesses de sédimentation, mais les géologues admettent des valeurs qui varient entre 50 000 000 et 200 000 000 d'années.

Lord Kelvin calcula, il y a déjà quelques années, que la consolidation de la première couche de la lithosphère a dû demander de 20 000 000 à 400 000 000 d'années.

Les biologistes croient que quelques 100 000 000 d'années ont été nécessaires pour qu'il ait pu se produire le processus évolutif qui va depuis la transformation de l'inorganique en matière animée jusqu'à nos jours.

Les valeurs citées jusqu'à présent surprennent par leur grandeur, mais un nouveau pas de la science devait en faire connaître d'autres plus gigantesques encore.

On sait que les minéraux d'uranium contiennent une certaine quantité de plomb; cette co-existence se saurait être considérée comme accidentelle, la chimie nous enseigne que ces corps ont des propriétés bien différents et qu'il est impossible qu'ils aient pu réagir simultanément; d'autre part il a été observé que le poids atomique du plomb courant et de celui que l'on trouve dans les minerais d'uranium sont distincts. Souvenons-nous que l'uranium est un corps radioactif, qui se transforme peu à peu en plomb en passant par toute une série d'étapes ou corps intermédiaires et nous aurons une explication claire et simple de la simultanéité de ces deux éléments dans un même minéral.

La vitesse de désintégration de l'uranium étant connue, il est possible de calculer l'âge des roches dans lesquelles se trouvent ensemble ces deux éléments: elles ont 1 200 000 000 d'années.

Il se peut que le calcul qui a permis d'établir cette dernière valeur ne soit pas trop exact, mais quand on arrive à de tels résultats, les erreurs perdent relativement de leur importance et il est bon de nous souvenir que 1 200 000 000 d'années ne sont pas un âge maximum pour la Terre, sinon simplement le temps nécessaire pour que puisse s'être réalisé un phénomène de désintégration atomique. Etant donné le but que nous poursuivons dans cette partie de notre travail, il ne nous intéresse pas de déterminer avec exactitude l'âge de la Terre, sinon d'établir catégoriquement que cet âge est d'au moins plusieurs centaines de millions d'années.

Les premiers qui s'occupèrent de déterminer la valeur de l'énergie thermique que la Terre reçoit du Soleil furent Saussure et Herschel, mais, faute d'instruments, ils ne purent arriver à des conclusions exactes.

Pouillet, après avoir construit, expressément dans ce but, son pirhéliomètre, obtint les premiers résultats intéressants. Il trouva, que, sans tenir compte de l'absorption atmosphérique, une surface d'un mètre carré exposée perpendiculairement aux rayons solaires reçoit: 0.3 calories par seconde. (1).

(1) Il s'agit de kilocalories.

Crova et Viole répétèrent ses expériences, en les perfectionnant et ils trouvèrent respectivement les valeurs suivants:

$$\begin{aligned} &0.291 \text{ calories / m}^2 \text{ / seconde et} \\ &0.423 \text{ calories / m}^2 \text{ / seconde} \end{aligned}$$

aujourd'hui on admet, généralement, que la valeur de la constante solaire est de:

$$0.4 \text{ calories / m}^2 \text{ / seconde}$$

ces chiffres peuvent sembler peu éloquentes, mais leur signification se met en évidence, si nous disons que la Terre reçoit constamment du Soleil une puissance thermique de 18×10^{13} chevaux-vapeur.

La distance du Soleil à la Terre étant égale à 215 fois le diamètre de celui-là, une surface d'un mètre carré située à la périphérie solaire est traversée par un flux thermique de:

$$0.4 \times 215^2 = 18\,500 \text{ calories / m}^2 \text{ / seconde}$$

la puissance totale émise par le Soleil est donc:

$$18,500 \times 4 \times 22,7 \times 700\,000\,000^2 = 114 \times 10^{21} \text{ calories/seconde}$$

c'est à dire:

$$3\,525 \times 10^{27} \text{ calories annuelles}$$

ce qui équivaut à une irradiation continue de:

$$19\,042 \times 10^{27} \text{ chevaux-vapeur}$$

L'énergie thermique émise par le Soleil en une année étant connue, nous pouvons rappeler quelques unes des théories qui prétendent expliquer sa thermogénèse et présenter l'actuelle.

Ce qui d'abord se présente à l'imagination est d'admettre que la chaleur solaire se doit à la combustion de sa propre substance. Supposons le Soleil constitué de carbone et d'oxygène dans des proportions telles qu'elles permettent une combustion complète, condition indispensable pour que l'énergie calorifique obtenue soit un maximum. De rigoureuses expériences de laboratoire

prouvent que lorsque 12 grammes de carbone brûlent, en se combinant avec 32 d'oxygène, pour donner 44 d'anhydride carbonique, ils le font en donnant 94 calories.

La masse du Soleil étant de 19×10^{29} kilogrammes, il se trouve que lorsque le Soleil arriverait à s'éteindre par épuisement du carbone et de l'oxygène, la chaleur totale développée aurait été de $4\,059 \times 10^{30}$ calories annuelles pendant seulement 1100 ans.

En répétant le même calcul avec les éléments qui donnent le plus de chaleur dans leur combustion, on trouve des valeurs à peine supérieures à 2000 ans. Elles sont insignifiantes puisqu'elles ne couvrent même pas la période historique de l'humanité et prouvent que la chaleur du Soleil ne se doit pas à une combustion.

Mayer, le fondateur de la thermodynamique, chercha dans sa science une solution au problème qui nous occupe. L'Univers n'est pas seulement peuplé d'astres de grande taille, comme les planètes et les étoiles, sinon qu'il est sillonné en tous sens par une multitude de portions, relativement petites, de matière, comme sous le nom de holidés. Il est évident que le Soleil doit être aussi bombardé par ces corps errants et Mayer a voulu voir dans leur choc avec celui-là l'origine de la chaleur de cet astre. La théorie de Mayer se base sur le principe suivant :

Quand un corps choque avec un autre et que sa vitesse passe d'une valeur donnée à zéro, sans réaliser aucune action mécanique, son énergie cinétique se transforme en chaleur, la valeur de cette énergie transformée étant égale à : $1/2 m v^2$.

En se basant sur la puissance calorique émise par le Soleil, on a calculé que le poids des corps qui doivent tomber sur cet astre pour entretenir sa radiation, doit être de 77×10^{21} kilogrammes par an ; ce qui augmenterait annuellement la masse solaire de $1/26\,000\,000$, augmentation qui aurait amené une modification continue des conditions Newtonniennes de notre système planétaire, ce qui est en franche contradiction avec les observations astronomiques modernes et les tables qui sont arrivées jusqu'à nous à travers les siècles.

Lord Kelvin et Helmholtz proposèrent vers la fin du siècle dernier une théorie qui a été appelée de la con-

traction. Elle consiste en une modification substantielle de celle de Mayer, quoiqu'elle se base sur le même principe thermodynamique: la matière qui tombe vers le centre du Soleil n'est pas celle des bolides, sinon celle de celui-ci même, ceci en vertu de la lente contraction qu'il subit. Cette théorie offre un grand avantage: elle annule le besoin d'admettre une augmentation de la masse solaire et de plus est d'accord avec les doctrines cosmogoniques modernes qui demandent pour les astres incandescents que cette contraction se réalise; selon elle, la vitesse de chute, relativement lente, est compensée par la grande masse qui se meut: c'est la totale du Soleil. D'après les calculs de Lord Kelvin et Helmholtz l'âge du Soleil serait de 20 000 000 d'années.

Cette théorie n'offrait cependant qu'une solution apparente, puisque 20 000 000 d'années sont loin d'être suffisants pour les temps calculés par les géologues et les biologistes et que nous avons exposés antérieurement.

Quelques cosmographes ont supposé que la Terre a une formation bien antérieure au Soleil et donnèrent ainsi une espèce de solution à la contradiction qui ressortait des résultats de la théorie de la contraction et des calculs géologiques, mais leurs doctrines n'ont pas progressé.

A défaut d'une théorie meilleure et à cause de sa rigoureuse base mathématique, la théorie de la contraction pu subsister, un certain temps malgré son insuffisance. L'incertitude régnait donc dans ce domaine de la science quand naquit l'étude des corps radioactifs qui fait remonter l'âge de la Terre à un passé non soupçonné jusqu'alors; la théorie électronique est créée et pour la première fois dans l'histoire des sciences l'on perçoit le point de jonction des deux grands facteurs qui déterminent tout: la matière et l'énergie.

Les deux anciens principes de la conservation de la matière et de l'énergie sont destitués et remplacés par un seul plus ample et de plus vastes perspectives: on admet que la matière n'est qu'une forme de l'énergie. Ceci accepté, une de ses conséquences logiques est la possibilité de l'anéantissement de la matière et sa transformation en énergie calorifique.

Voyons quelles sont les conditions de l'intérieur du globe solaire: une température d'au moins 40 000 000° y règne; dans ces conditions les atomes ne sont pas combinés, ils sont libres et ne sont pas les uniques habitants de ce creusot gigantesque: des électrons le peuplent aussi. Tous: atomes et électrons se meuvent à des vitesses vertigineuses; un électron libre, lancé à une vitesse quasi limite passe par hasard près d'un atome, il est attiré par lui et vient grossir sa périphérie; un autre électron choque avec lui et le lance de nouveau au milieu de cette danse infernale, car pas toujours les électrons vont augmenter les couches périphériques des atomes, parfois, leur action est inverse: ils délivrent un électron et initient ainsi un procès de désintégration atomique, qui atteint sa limite dès qu'un proton reste libre; celui-ci anxieux, attire puissamment les électrons qui passent dans son champ d'action, et essaye de les enchaîner sous son action attractive.

Observons le premier électron qui s'introduit dans le champ du proton; il est attiré par lui et obligé de décrire une courbe dont la nature dépend de multiples circonstances, quand il doit subir d'autres actions en plus de l'attractive du proton. Dans le cas idéal, l'électron se trouve loin de l'action de n'importe quel agent électromagnétique et il n'obéit qu'à la loi de Coulomb, c'est le classique problème des deux corps, l'équation de la trajectoire suivie par l'électron est donné par la formule:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{\mu}{C^2} + \cos(\theta - \alpha) \sqrt{\frac{\mu^2}{C^4} + \frac{\eta}{C^2}} \quad (1)$$

τ étant le rayon vecteur,

θ l'angle polaire,

C la constante des aires,

μ la constante d'attraction du proton,

η la constante des forces vives, et

α la valeur initiale de l'angle polaire

cette équation est celle d'une conique dont l'excentricité est :

$$e = \sqrt{1 + \frac{\eta C^2}{\mu^2}}$$

la nature de cette conique dépend exclusivement du signe de η :

si η est négatif la trajectoire est une ellipse et l'électron reste enchaîné et il est obligé de tourner tout autour du proton qui l'a attiré et a pu, ainsi, initier le procès de réédification atomique :

si η est positif, la trajectoire est une parabole et l'électron s'éloigne pour toujours du proton.

La trajectoire déterminée par l'équation (1) est celle du centre de l'électron : mais tous deux : électron et proton, ayant des dimensions, il arrive parfois, le moins souvent, que le centre de l'électron au cours de sa trajectoire doit arriver à être séparé du centre du proton une distance moindre que la somme de leurs rayons. Quand ceci arrive les deux sont mis en contact, il se produit une collision... un électron et un proton se détruisent par leur seul contact, deux éléments de matière s'anéantissent... et il jaillit une nouvelle vague d'énergie calorifique.

LA MARAVILLOSA DE LA BALLENA

ING. BENJAMÍN MUÑOZ GINARTE,
DR. EN CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS.

(Este artículo está escrito con carácter de vulgarización y nada más).

Entre los innumerables fenómenos que a diario se suceden en el cielo estrellado absorbiendo nuestra imaginación, quizás ninguno tenga para los espíritus contemplativos la atracción de lo bello y de lo misterioso como el que acontece de tiempo en tiempo en una de las estrellas de la constelación de la Ballena. Esta estrella maravillosa, de nombre *Mira Ceti*, se apaga y se enciende para nuestra vista con cierta regularidad, que deja en el ánimo del que la observa una sensación de misterio imposible de soslayar. Es la estrella descubierta por David Fabricio el 13 de agosto de 1596 y catalogada por J. Bayer con el nombre de *Omicron Ceti*, y constituye la más conspicua de la constelación y el punto del cielo donde más convergen las miradas de los astrónomos.

El misterio a que aludimos consiste en lo siguiente: Preséntase como estrella variable por el brillo de su luz, y en período de duración media de 331 días empieza a ser visible a simple vista según las fases que se detallan a continuación: Aumenta de brillo durante 43 días hasta alcanzar la 2da. magnitud, desde cuyo momento comienza a disminuir de intensidad hasta dejar de ser visible a simple vista, transcurriendo en ello un período de 74 días. Su brillo continúa disminuyendo hasta que la estrella llega a ser inferior a la 12ª magnitud, permaneciendo en ese estado unos cinco meses, para repetir el mismo fenómeno.

El día 1ro. de octubre del año antes pasado (1936) era apenas perceptible a simple vista y día por día fué aumentando hasta el 15 de noviembre que llegó a su máximo, rivalizando con la Alpha de la propia constelación. Desde ese día comenzó a disminuir hasta el día 6 de enero de 1937 en que apenas era visible a simple vista. El que estas líneas escribe tuvo oportunidad de seguir con interés el brillo de la estrella hasta su completa desaparición. A partir de esa fecha no la hemos visto más porque su segundo período ha debido acontecer en altas horas de la madrugada durante el año actual, pero no tanto que no lográsemos verla como estrella de sexta magnitud el día 6 de noviembre del año pasado. En la actualidad está sumergida en las profundidades del espacio.

Para las personas que jamás dirigen sus miradas al cielo el caso no tiene importancia; pero para el hombre de ciencia, o para el aficionado a la astronomía, el fenómeno es de una grandiosidad incomparable, porque aunque la "Maravillosa de la Ballena" no es la única estrella variable del firmamento, es lo cierto que en ese sentido es la más notable, porque su luz disminuye en la proporción de 1 a 10,000, desapareciendo totalmente de nuestra vista, lo que no acontece con las demás estrellas variables, que aunque disminuyen el brillo de su luz no desaparecen por completo. Pero además existe otra causa por la cual el caso de *Mira Ceti* es misterioso, y para comprenderlo será preciso ampliar estas nociones.

Los astrónomos clasifican las estrellas variables en cuatro clases:

1ra.—*Las variables de eclipses*, cuyas fluctuaciones de luz son debidas al paso de otra estrella más o menos oscura delante de la estrella brillante, lo que da por resultado una variación estrictamente periódica y regular cuya duración del período puede ser de menos de seis horas a diez días. Estas estrellas variables forman dos grupos, entre las que se encuentran la *Beta de Perseo* o *Algol* (estrella del diablo) y la *Beta de la Lira* encabezando dichos grupos.

2da.—*Las variables de corto período llamadas Cepheids*, en las cuales los períodos oscilan entre algunas horas y 45 días, cuyo tipo principal es *Delta Cephei*.

3ra.—*Las variables de largo período*, análogas a la “Maravillosa de la Ballena” donde la duración de fluctuación puede sobrepasar, y están sujetas a irregularidades muy notables.

4ta.—*Las variables irregulares*, con cambios de brillo que no siguen ley alguna determinada y se parecen a las estrellas llamadas *Novas*.

La variabilidad de *Algol (Beta de Perseo)* fué reconocida por su curva de luz (Ley gráfica de magnitud y tiempo) por Sir John Goodricke el año 1783, y la causa de su variación se explica fácilmente con sólo suponer que la estrella consta de dos componentes de las cuales una menos brillante oculta la otra en el plano que coincide con la visual. Esta estrella, cuya magnitud es ordinariamente de 2.3 comienza a disminuir de brillo y en cinco horas alcanza la magnitud 3.5, momento en el cual empieza a aumentar para alcanzar otra vez su brillo máximo que conserva durante dos días y diez horas hasta que vuelve a repetirse el fenómeno. Véase la curva de brillo de esta estrella en la Fig. 1.

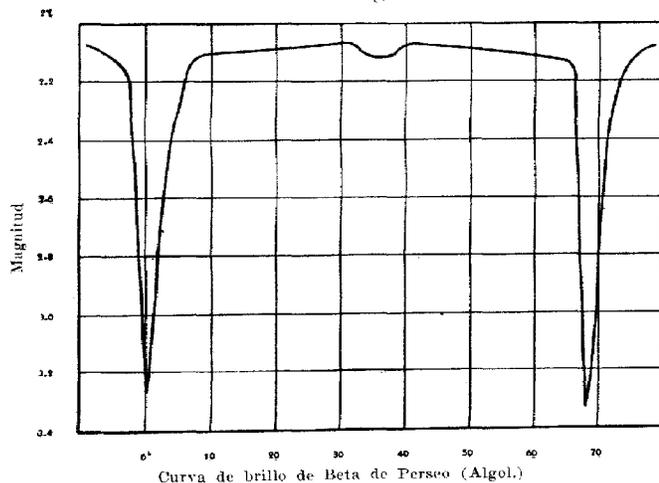
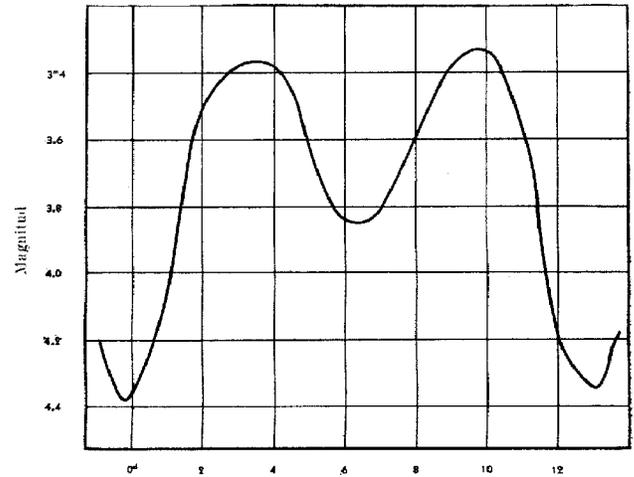


Fig. 1.

M. Rodríguez.

La *Beta de la Lira* perteneciente al mismo grupo tiene un período de doce días dividido en dos partes por un mínimo secundario que ocurre $6\frac{1}{2}$ días después que el mínimo principal, y es menos pronunciado. La diferencia con *Algol* consiste precisamente en ese mínimo secundario. Véase su curva en la Fig. 2.



Curva de brillo de Beta de la Lira.

Fig. 2.

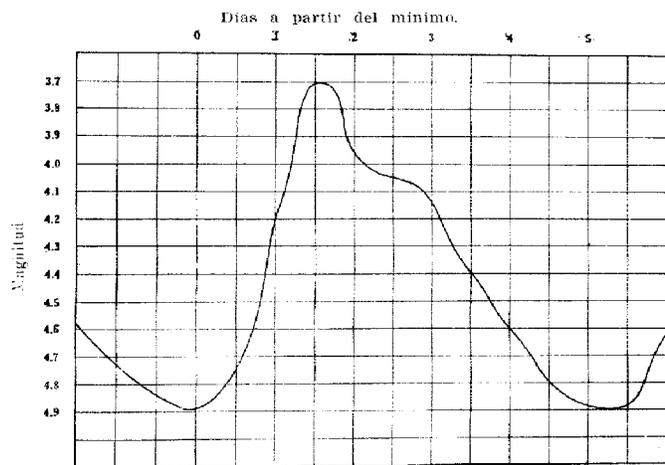
M. Rodríguez.

Estas dos estrellas cuentan con muchas similares; así pues, son similares de la estrella *Algol* las siguientes: *Lambda del Toro*; *S del Cangrejo*; *TZ de la Lira*; *X de la Carena*; *RZ de Ofiuco*; *Epsilon del Cochero*; *WW del Cisne*; *SX de la Hidra*, etc.

Son análogas a *Beta de la Lira* las estrellas que siguen: *V de Pegaso*; *W de la Cruz*; *TT de Ofiuco*; *W de la Osa Mayor*; *RR del Centauro*; *V de la Serpiente*, etc.

El segundo grupo representado por las *Variables llamadas Cepéidas*, tienen su ejemplar más conspicuo en

la estrella *Delta Cephei*. Esta estrella estudiada también por *Goodricke* no presenta en su curva la regularidad matemática de *Algol* y de *Beta de la Lira*. Su aumento de brillo es generalmente más rápido que su disminución, siendo su rama ascendente muy regular, mientras que el descenso es distinto entre las estréllas del grupo. Véase su curva en la Fig. 3.

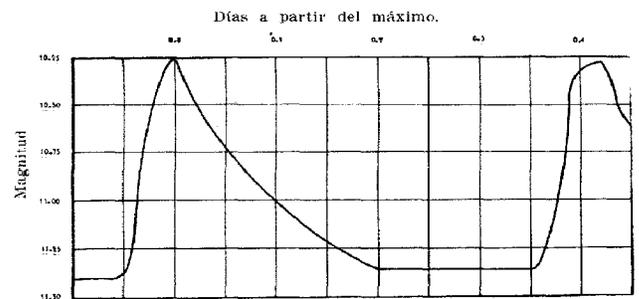


Curva de brillo de Delta de Cefeo.

Fig. 3.

M. Rodríguez.

Entre el grupo de las *Cepheids* aparecen otras estrellas llamadas *Antalgol*, porque ofrecen el fenómeno inverso de las estrellas del tipo *Algol*. La amplitud de la oscilación de brillo es de una magnitud, y en algunos casos de dos. El tránsito entre las estrellas del tipo *Antalgol* y las de *Delta Cephei* es gradual, no pudiendo trazarse entre ambas un límite preciso por lo que se consideran casos incluidos en el mismo grupo. Véase la curva de brillo de la estrella ST de la Virgen perteneciente al grupo *Antalgol* y cuyo período es de 9 horas 52 minutos.



Curva de brillo de la ST de la Virgen.

Fig. 4.

M. Rodríguez.

Son estrellas análogas a la *Delta Cephei*, y por consiguiente *Cepheids*, *ST del Cisne*; *W del Sagitario*; *W de los Gemelos*; *RT de Auriga*; *X del Cisne*; *Y de Ofiuco*; *alfa de la Osa Menor*.

El profesor Eddington, ha desarrollado una teoría debida a Shapley, llamada de la pulsación, por la cual supone que estas estrellas no son más que enormes esferas gaseosas que se dilatan y se contraen periódicamente, efectuando esas pulsaciones.

Esta teoría sometida al cálculo supone al período de oscilación inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad. Puede, pues, escribirse la ecuación del movimiento de un punto de la superficie de la estrella, llamando M la masa de la estrella, r su radio, d su densidad media, y f la constante de gravitación.

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -f \frac{M}{r^2} = -\frac{4}{3} \pi f d r; \text{ de donde se tiene para el período: } T = \sqrt{\frac{3\pi}{fd}}$$

Las *variables de largo período* forman la mayoría y a este grupo pertenece la *Maravillosa de la Ballena*. El

período más corto de 90 días lo tiene *T del Centauro*, y el más largo de 611 días *S de Casiopea*. El período de la *Maravillosa* no es constante, sino que está sujeto a oscilaciones más o menos amplias y en algunos casos también periódicas.

El astrónomo inglés W. Herchel observó a la *Maravillosa* en 1779 tan brillante como *Aldébarán* (*alpha de Taurus*), y cuatro años más tarde no pudo verla con su telescopio. Las curvas de brillo de esta estrella correspondientes a diferentes períodos no son siempre iguales, sino que presentan grandes diferencias. Así pues lo general es que la magnitud crezca con más rapidez que su disminución, como ocurre con *Delta Cephei*, pero la simetría de las curvas no es tan pronunciada como la de esta última.

El brillo de la *Maravillosa de la Ballena* no es, por tal motivo, el mismo en los diferentes máximos: a veces alcanza la 1ra. magnitud, como debió ser en el caso observado por Herschel, mientras que algunos máximos no pasan de la 4ta. o la 5ta.

El máximo a que nos referimos nosotros al comienzo de este artículo, fué de 2da. magnitud, pues el día 15 de noviembre de 1936, lucía sobre el meridiano de La Habana tan brillante como *Menkab* (*alpha de la Ballena*), y mucho más que *Deneb Kaitos*, (*beta de la Ballena*), ambas de 2da. magnitud. Los mínimos de la *Maravillosa* son igualmente diferentes, oscilando en general entre las magnitudes 8va. y 12a. Véase la curva fotométrica de la figura 5, que representa un período de oscilación de la *Maravillosa*.

Pero no es solamente desde el punto de vista de estrella variable por lo que se hace interesante este astro misterioso. Cuando se estudia su espectro se encuentran detalles de gran valor, que son característicos. El espectro es de absorción del tipo M, con rayas brillantes superpuestas. Las rayas brillantes están desviadas hacia el violeta con relación a las oscuras, destacándose por su intensidad las correspondientes al Hidrógeno.

Entre las rayas brillantes las líneas H γ , H δ , H ζ , del Hidrógeno son particularmente intensas, mientras que

$H\beta$, es débil, y $H\alpha$ no ha sido vista hasta el presente. La raya $H\epsilon$, ha sido vista por pocos observadores, y ésto de modo muy débil, explicándose el hecho por la absorción de una capa de calcio que dá una línea fuerte y cae precisamente en el mismo lugar.

Una de las curvas de brillo de la Maravillosa.

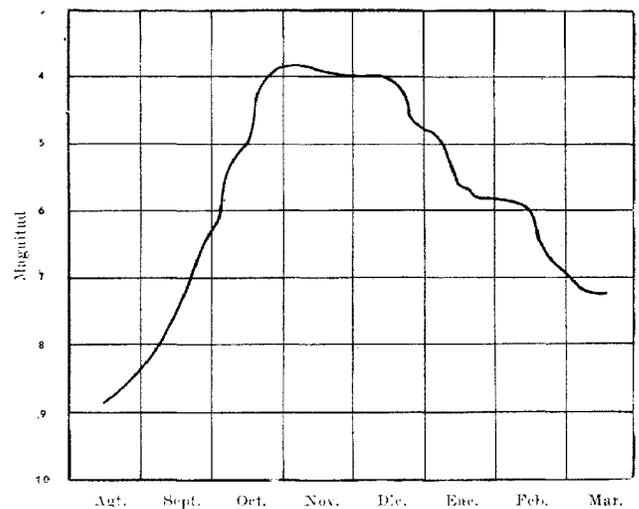
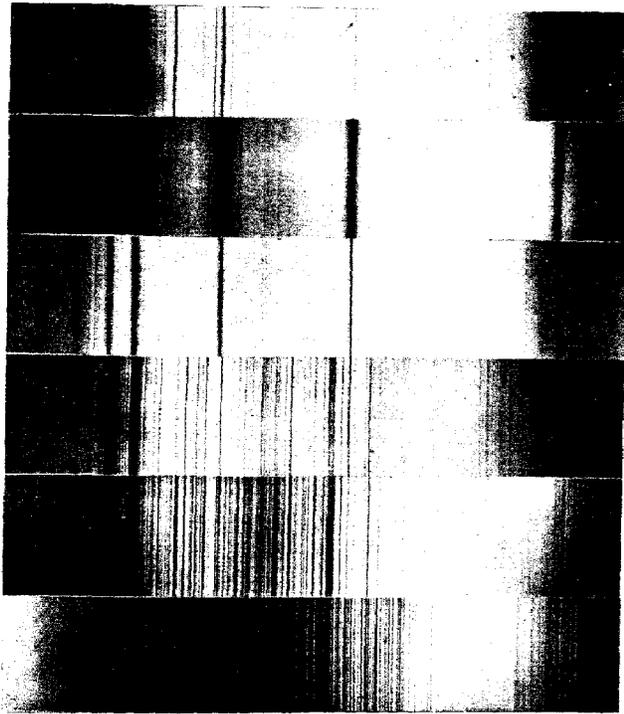


Fig. 5.

M. Rodríguez.

También se han identificado muchas rayas negras de las cuales seis corresponden al calcio, once al hierro, nueve al cromo y once al vanadium. La presencia del manganeso es aún dudosa. Las bandas de óxido de titanio característico del tipo espectral *M* son tanto más visibles y nítidas cuánto más cercano al mínimo de brillo se halla la estrella.



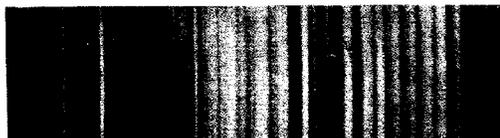
Algunos espectros estelares típicos, de la clasificación de Harvard.

En orden, comenzando por el superior: ϵ Orionis, α Canis Majoris.

α Carinae, α Aurigae, α Bootis, α Orionis.

Fig. 4.

Véase el espectro de la *Maravillosa* en relación con el de otras estrellas.



Espectrograma de "La Maravillosa" de la Ballena.

Fig. 6.

Para la interpretación de los cambios que se observan en la *Maravillosa*, se han ideado varias hipótesis. Hasta hace muy poco se desechaba la creencia de que se trata-se de una estrella doble, por ser las velocidades radiales observadas constantes, y se explicaba la variabilidad por analogía con los fenómenos que se observan en el Sol.

Efectivamente, si el Sol se encontrase a la distancia de las estrellas más cercanas y se pudiera medir su brillo, se vería que, a causa del período undecenal estaría sujeto a pequeñas oscilaciones de 11 años. Y por consiguiente, sería considerado como una estrella variable. Basta pues, suponer que en la *Maravillosa* las manchas alcancen gran superficie y sean tan grandes como se quiera para explicar la variabilidad, admitiendo también masas brillantes análogas a las fáculas, flóculos y protuberancias que se observan en el Sol.

En 1923 predijo M. Joy la existencia de una compañera de la *Maravillosa* por el sólo aspecto de sus rayas espectrales. Pocos meses después apercibió Aitken en el Observatorio de Lick a $0''.9$ de arco de la *Maravillosa*, y cuando su magnitud era de 9^{ma.}, una pequeña estrella de 10^{a.} magnitud. El espectro de esta estrella es de fondo continuo lo que revela la alta temperatura de las estrellas de clase B, con algunas rayas brillantes. Se ha observado que es de este satélite de donde provienen las rayas de emisión del Hidrógeno y del Helio que se observan en el espectro de la *Maravillosa*. Otras radiaciones han sido también encontradas debidas a metales ionizados.

La compañera de la *Maravillosa* no da más que rayas de chispas, mientras que en la estrella principal, predominan las rayas de arco o de llama, índice de baja temperatura.

La velocidad radial observada en la compañera es de + 52.5 kilómetros por segundo, que es la velocidad que había sido atribuida a la estrella principal en épocas de su mínimo. En estos últimos tiempos M. Joy del Observatorio de Mount Wilson ha podido medir el diámetro de la *Maravillosa* que aprecia en 0".056 de arco, así como su magnitud absoluta. El diámetro lineal es pues de 490 millones de Kms. y su densidad media de 10^{-7} . La *Maravillosa de la Ballena* presenta, pues, todas las características de las estrellas gigantes.

Las causas de los cambios de brillo en esta estrella son más misteriosas que en el caso de las *Cepheidas*. Es de esperar que el descubrimiento de la compañera ayude a resolver la cuestión. Lockyer explicaba el caso suponiendo algún enjambre de meteoritos en conjunción y en revolución orbital. Pero un movimiento elíptico cualquiera no parece explicar las desigualdades observadas en los períodos.

Otras hipótesis han sido propuestas, pero todas tienen el defecto de ser demasiado especulativas y difíciles de verificar. Los astrónomos optan por estudiar los fenómenos particulares de cada estrella antes de llegar a conclusiones definitivas.

Claro está que la especulación en estos casos no puede ni debe ser desterrada por completo. Para nosotros, simples aficionados a estos estudios, el misterio sería menos apreciable si no se tratase de una estrella gigante. La característica de las estrellas gigantes es la de tener un inmenso volumen y una débil densidad, que es el caso de la *Maravillosa de la Ballena*.

Por el contrario, las estrellas llamadas *enanas*, son, según Russell, de poco volumen y gran densidad. Pero como quiera que en las estrellas gigantes el brillo permanece invariable durante ese estado, porque el incremento continuo de la temperatura compensa la reducción de la superficie de la estrella, (Eddington, *Estrellas y Átomos*), y en el estado de enanas la disminución de la tem-

peratura y la contracción de la superficie ocasionan una disminución rápida del brillo, parece que la explicación de la variabilidad de la *Maravillosa de la Ballena* está más en armonía con nuestra manera de pensar, suponiéndola enana, que viéndonos forzados a aceptarla como gigante.

Ahora bien, como el paso de las estrellas gigantes a estrellas enanas se supone ocurre cuando la densidad logra un valor aproximado de $\frac{1}{4}$ de la densidad del agua (0.25) siendo la densidad observada en la *Maravillosa de la Ballena* de 10^{-7} , no hay lugar a especular en ese sentido, sino a aceptar los hechos como se presentan, aunque dejando en nuestro espíritu un hálito de misterio inconfundible.

En estrellas gigantes como *Betelgeuse* (*Alpha de Orión*) y *Antares* (*Alpha del Escorpión*) el brillo es constante, con pequeñas variaciones en la primera, y por consiguiente, se cumple la teoría propuesta por Hertzsprung y Russell, admitiendo que en las estrellas gigantes la temperatura se está elevando, mientras que en las estrellas enanas la temperatura está descendiendo. Luego la *Maravillosa de la Ballena* en vez de ser una estrella que se está apagando, como pudiera creerse, resulta ser un sol que se está encendiendo...

¡Cuatro siglos hace que fué descubierta su variabilidad sorprendente, y no sabemos qué tiempo llevará lanzando sus llamaradas misteriosas al espacio!... La mente humana se confunde ante estas grandezas de la Creación, y solo nos queda el placer de contemplarlas, unos, con la indiferencia que trae consigo lo que se supone incognoscible, y otros, con la avidez de gozar el panorama inmenso de la naturaleza, que mostrando nuestra pequeñez, nos enseña a amar la ciencia y a enmolecer en el recinto del espíritu, nuestras acciones y pensamientos.

LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL CAYO
"PAREDÓN GRANDE" (1)

JOSÉ CARLOS MILLÁS,
DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL.

Desde el período del descubrimiento de las Antillas, y sobre todo durante los primeros tiempos de la colonización, los conquistadores se dieron cuenta de que en ocasiones se presentaban unos temporales de tal fuerza, que eran del todo distintos a los que ellos conocían. Los mismos indígenas tenían una palabra especial para designar a estas tormentas extraordinarias; palabra que pasó a las lenguas europeas, convirtiéndose en *huracán*, *hurricane*, *ouragan*, *orkan*, *uragano*, etc.

Después aprendieron los colonizadores que estos temporales no se presentaban en cualquier época del año; que aparentemente ellos preferían los meses de agosto, septiembre y octubre para manifestarse. Es verdad que ocurrían también fuera de estos tres meses, mas no con frecuencia.

Luego, en una época más cercana a nosotros, pero todavía lejana, descubrieron que aún dentro de ese período, existían también marcadas preferencias de los meteoros para azotar a determinadas Antillas. El P. Benito Viñes en una de sus obras (2) llama la atención sobre el hecho de que se ordenase por las autoridades eclesiásticas que durante los meses de agosto y septiembre se reza-

(1) Tomado de "Marina Constitucional", Año I. Número 2. Septiembre de 1937.

(2) "Investigaciones relativas a la circulación y translación ciclónica en los huracanes de las Antillas"; P. B. Viñes; Pág. 51.

se en Puerto Rico la oración *Ad repellendas tempestates*; y en Cuba durante los meses de septiembre y octubre.

Se puede afirmar, pues, que quedaba bastante bien fijado desde remota época, el período de máximo peligro para Cuba del azote de los huracanes. Los estudios pos-



Faro "Paredón Grande".

teriores han confirmado ese período, pero han señalado que tanto esos meteoros de gran fuerza, así como otros de menor grado de organización, pueden ocurrir desde junio a noviembre, inclusive, y muy raras veces en mayo. Por regla general, los que tienen lugar en mayo, junio y noviembre, son las llamadas perturbaciones ciclónicas cuya intensidad no llega a la del ciclón o huracán, con-

servando, sin embargo, la circulación ciclónica característica de todas las tormentas tropicales, y de modo más amplio, de todo organismo ciclónico del hemisferio Norte.

En julio son escasos los ciclones, pero pueden existir. Desiderio Herrera nos habla de un temporal que ocurrió en este mes en el año 1733 que causó la pérdida de la flota que conducía el Teniente General don Rodrigo de Torres, en los cayos de Matacumbe. Andrés Poey cita el ciclón de julio de 1837, que azotó la parte Nordeste de Oriente. En época reciente, podemos citar el ciclón del 2 al 3 de julio de 1933 que cruzó sobre Pinar del Río. Además de estos ciclones, ha habido, desde luego, muchas perturbaciones ciclónicas que ahora no citaremos.

En agosto, la actividad ciclónica va en aumento. Se ha afirmado que durante este mes tiene lugar el máximo de actividad. Nosotros creemos que el período de mayor actividad no corresponde al mes de agosto; que es el comprendido entre la última decena de agosto y las dos primeras de septiembre.

Durante el mes de agosto Cuba ha sido azotada varias veces por huracanes. Para no mencionar más que los notables, en escritos antiguos podemos leer que en el 1794, del 27 al 28 de agosto, un fuerte huracán azotó a La Habana, al que se le dió el nombre de "Tormenta de San Agustín" y que entre otros destrozos, averió o hundió a 76 embarcaciones en la bahía, cayéndose en la ciudad 105 casas; del 13 al 14 de agosto de 1831, penetró un ciclón por Oriente y atravesó a Camagüey, Santa Clara, Matanzas y La Habana; en 1835, del 14 al 15 de agosto, otro ciclón también atraviesa la Isla, y lo mismo ocurre con otro del 19 al 21 de agosto de 1851; en 1886, dos ciclones, en el mes de agosto, azotan a Cuba; y en nuestro siglo, en 1915, el 15 de agosto, un intenso huracán cruzó sobre la porción occidental de Pinar del Río.

En noviembre casi todos los organismos atmosféricos tropicales son perturbaciones ciclónicas, como ya se ha dicho. En nuestros estudios estadísticos solamente hemos encontrado dos que fuesen huracanes: el de Jamaica, de 1912, y el de Camagüey, de 1932. (1)

(1). "Memoria del Huracán de Camagüey de 1932"; J. C. Millás, capítulo titulado "Los huracanes de noviembre"; Pág. 6.

Se ha llamado la atención desde hace tiempo (1) que las islas que están en el extremo opuesto de la zona antillana, Cuba, y Trinidad y Tobago, al Noroeste y Sudeste, respectivamente, son las que sufren menos el azote de los huracanes. En realidad, y esto debe ser aclarado, Cuba está mucho más expuesta al azote de los huracanes que Trinidad y Tobago, especialmente en su parte occidental.

El estudio estadístico de las trayectorias nos permite clasificarlas con respecto a Cuba de modo muy amplio, de la manera siguiente:

- 1.—Haz del Atlántico.
- 2.—Haz del Mar Caribe.
- 3.—Haz que cruza sobre Cuba, del segundo al cuarto cuadrante.
- 4.—Haz del tercer cuadrante.

Los ciclones correspondientes a los dos primeros grupos son los más numerosos y la parte central de los haces deja libre a Cuba y a Haití. No obstante, entre las trayectorias hay muchas que se desvían y que cruzan sobre alguna parte de la Isla. El haz del Atlántico cruza sobre las Bahamas, y el del Caribe sobre el Canal de Yucatán. Se comprenderá que es más fácil la desviación de cualquier ciclón hacia Cuba si pertenece al haz del Mar Caribe, puesto que la latitud es más baja.

El haz que cruza a la Isla afortunadamente es de poca importancia con respecto a la frecuencia; y lo mismo se puede decir del procedente del tercer cuadrante, que se refiere a los huracanes que surjan o recurven en el Golfo de Honduras o en la península de Yucatán, y a las perturbaciones ciclónicas de estas zonas y de la parte Sur del Golfo de Méjico.

Las trayectorias del Atlántico cruzan por regla general sobre las Bahamas; unas veces más al Norte y otras más al Sur, atravesando el Canal de la Florida o azotando la costa Norte de Cuba y aún otras partes de la mitad

(1) "Historia de la Isla de Cuba"; Pedro José Guiteras; segunda edición, Colección de Libros Cubanos; Vol. 1; Pág. 46.

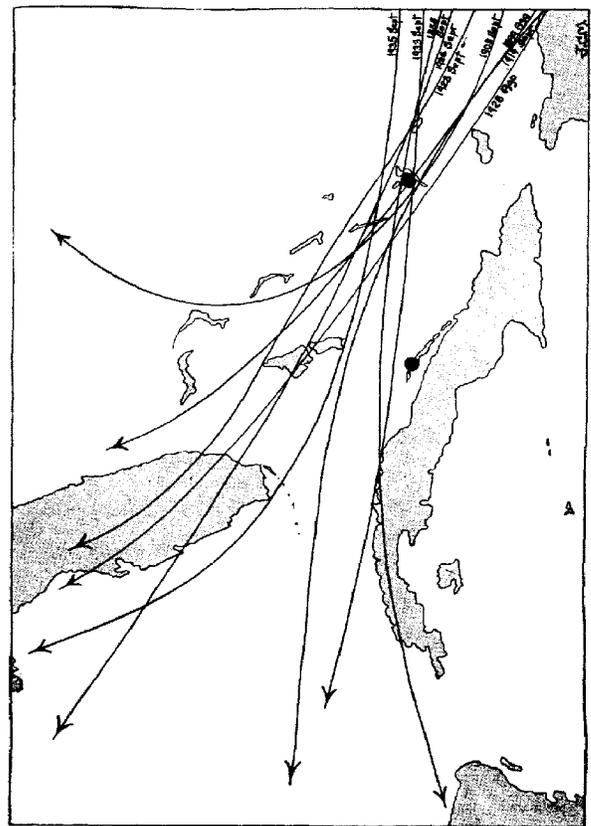
occidental. Esto suele ocurrir en agosto y septiembre, especialmente a fines de agosto y primeros días de septiembre, como ya hemos señalado en otro lugar. (1)

En el mapa que se presenta hemos dibujado distintos tipos de trayectorias de huracanes que han ocurrido y que pertenecen al haz del Atlántico. No es posible presentar en un mapa todos los ciclones y perturbaciones ciclónicas que han existido desde el descubrimiento, pues la mayor parte se desconoce. Algunos huracanes se recuerdan bien, ya por su intensidad, ya por circunstancias especiales. Así, por ejemplo, la llamada "Tormenta de Santa Rosalía", del 4 al 5 de septiembre de 1842, siguió una trayectoria desde las Bahamas, muy parecida a la del "Huracán del Valbanera", del 9 al 10 de septiembre de 1919. El huracán del 4 al 5 de septiembre de 1888, se recordará siempre, no sólo por su intensidad, sino por su ruta al tercer cuadrante, sorprendiendo así al P. Viñes, que esperaba signiera ganando en latitud. El huracán de Miami, del 18 de septiembre de 1926, está fresco todavía en nuestra memoria, por haber ocasionado enormes destrozos en esa bella ciudad. El de la costa Norte de Cuba del 1 de septiembre de 1933, fué muy intenso y azotó especialmente a la zona comprendida entre la Isabela de Sagua y Cárdenas, con la máxima destrucción en Cayo Cristo.

Más intenso todavía fué el huracán de los Cayos de la Florida, del 2 de septiembre de 1935. Este huracán tuvo un descenso barométrico en el vórtice que ha batido todos los "records" de huracanes antillanos. La observación que lo justifica fué hecha en un vapor anclado cerca de Craig (Florida), en las inmediaciones de la parte Norte de Long Key. El Weather Bureau encontró tan baja la lectura, que después del huracán comprobó el barómetro que tal lectura había registrado, y halló que funcionaba perfectamente. La mínima media fué de 669 milímetros, baja notabilísima y que sólo es algo superior a la más baja conocida, la registrada en el vapor holandés "Sapoeraca", durante un tifón que sufrió el 18 de agosto de 1927, a unas 460 millas al Este de Luzón, y

(1) "Sobre trayectorias de huracanes antillanos"; J. C. Millás: Boletín del Observatorio Nacional; Dic. 1922; Pág. 240.

que fué de 665 milímetros. Compárense estas mínimas con la de 713 milímetros, mínima media registrada en el



Observatorio Nacional, durante el paso del "Huracán de La Habana", del 20 de octubre de 1926.

Con esos descensos barométricos tremendos se comprenderá que los vientos tienen que ser fortísimos. No es de extrañar, pues, que se calcule que en el huracán citado de los Cayos de la Florida, a juzgar por los destrozos extraordinarios que ocasionó, los vientos alcanzaron velocidades superiores a 200 millas por hora.

A propósito de este huracán, es interesante para la historia de la Meteorología Tropical el hecho de haber sido éste el primer caso de un ciclón de los Trópicos, estudiado y seguido día tras día, por el director de un servicio meteorológico nacional, a bordo de un buque lejos de la oficina central. En este caso, el buque fué el transporte "Columbia", de la Marina de Guerra Constitucional, en viaje a Caimán Grande; y a nosotros nos deparó la suerte el estudio en alta mar de ese meteoro. Convertido el cuarto de derrota en observatorio, por cortesía del comandante José Castell, (1) allí trazábamos los mapas del tiempo, mañana y noche, con una marejada del Noroeste imponente. A bordo se recibían los mensajes por radiotelegrafía, y por ese mismo medio salían de la nave los avisos para los Gobernadores, autoridades de los puertos de la costa Norte y las notas para los periódicos y estaciones radiotelefónicas. Pocos sabrían probablemente durante esos días, que las notas del Observatorio Nacional se redactaban en un buque del Departamento de Marina, navegando por las enrespadas aguas del Mar Caribe, y más tarde anclado en la rada de Georgetown, en Caimán Grande.

Para el estudio de la marcha de la clase de huracanes y perturbaciones ciclónicas citadas, es, pues, del todo necesario contar con buenas y precisas observaciones, de puntos bien situados en la costa Norte de Cuba; y de observaciones también precisas, de alguna de las Bahamas orientales. La protección de vidas, así como la debida preparación de viviendas, hospitales, escuelas, talleres, embarcaciones, etc., con objeto de poder resistir todo lo más posible el azote de un huracán, depende de avisos exactos, dados con la mayor anticipación posible. Y ello sólo puede lograrse con el establecimiento de estaciones

(1) Estando en prensa este número del Boletín del Observatorio Nacional, ocurrió el sensible fallecimiento del Comandante Castell.

meteorológicas de primer orden, a cargo de observadores competentes.

*

Comprendiendo perfectamente la importancia que se derivaría de tener asegurada con buenas observaciones la navegación por la costa Norte de Cuba, además de los inmensos beneficios ya señalados, que a toda la nación reportarían, el Jefe de Estado Mayor de la Marina de Guerra Constitucional, nos indicó que él deseaba establecer una estación de primer orden en el lugar más conveniente de la costa Norte. Dispuestos como estábamos a brindar nuestra cooperación a la Marina de Guerra, informamos en seguida al ingeniero señor Amadeo López Castro, Secretario de Agricultura, quien no solamente encontró magnífico el proyecto, sino que inmediatamente nos autorizó para realizar cualquier viaje en relación con el mismo.

Una de las condiciones fundamentales en la elección de un lugar adecuado para el establecimiento de una estación meteorológica, es la seguridad de la libre circulación del viento. Sabemos que las irregularidades topográficas alteran la dirección y la velocidad de la corriente superficial y aún de las más altas.

Un estudio preliminar aconsejaba la elección de Cayo Paredón Grande; pero era del todo conveniente un viaje de inspección a ese lugar. Con respecto a ese viaje debemos decir que el Teniente Coronel Jesús Gómez Casas, M. N., Inspector General y Jefe de la Sección de la Marina Mercante, Pesca y Alumbrado de Costas, dió las mayores facilidades para la realización del mismo, en el cual tuvimos el gusto de ser acompañados por el Capitán Armando Fernández, Subjefe de la Sección de la Marina Mercante, Pesca y Alumbrado de Costas, y el Capitán Arturo A. Ojeda, Jefe del Negociado de Pesca, a los cuales debemos muchísimas atenciones.

Llegamos al Cayo Paredón Grande en la tarde del 18 de junio del presente año. Desde el punto de vista meteorológico la posición es dominante y el lugar espléndido para una estación dedicada especialmente a la obser-

vación de perturbaciones ciclónicas y huracanes que pertenezcan al haz del Atlántico, y aun de aquellos que crucen sobre Cuba del segundo al cuarto cuadrante. De eso nos dimos cuenta desde que ascendíamos a la meseta en donde están instalados el faro y la casa de los torreros por la pequeña carretera que ha hecho recientemente el Departamento de Marina.

La casa de los torreros, muy bien construída y reparada hace poco tiempo, puede resistir los más fuertes huracanes. Está orientada, dando su fachada principal al Norte. Como el faro se halla hacia el primer cuadrante de ella, si tiene alguna influencia, sólo será para los vientos que soplen directamente en la dirección del faro al centro del edificio. No creemos que la influencia sea muy grande; y además, estos son los vientos de menor importancia para el objeto principal de una estación meteorológica que se establezca aquí.

Como resultado de esa inspección nos decidimos a recomendar al Sr. Jefe de la Marina de Guerra Constitucional la conveniencia de establecer la estación por él deseada en el Cayo Paredón Grande, situando el pequeño observatorio en la misma casa de los torreros, en un local en el eje del edificio que da al Sur. Este es un lugar ideal para observatorio. Repetidas veces hemos escrito sobre el factor psicológico que interviene en las observaciones. El observador allí se sentirá siempre seguro. Durante el azote de los huracanes oírán el rugido del viento y el formidable estrépito causado por el choque de las olas contra las rocas a sus pies; pero sabrán que difícilmente sufrirá su observatorio.

Elegido el lugar, se procedió a estudiar el instrumental para la estación; y hecha la lista, fué sometida también a la consideración del Coronel González. No fué difícil hacerla, claro está, pues el tipo de estación meteorológica del que siempre partimos es el correspondiente al de Caimán Grande. Algunas modificaciones, sin embargo, fueron hechas, teniendo en cuenta la localidad.

Para la presión atmosférica se recomendó un barómetro de mercurio del tipo Kew. La casa Julien P. Friez, de Baltimore, tiene un barómetro de este tipo, muy bueno, pero la graduación está en pulgadas. Como habíamos

comparado en el Observatorio un barómetro de esta clase de la casa Henry J. Green, de Brooklyn, perteneciente al buque escuela "Patria", también muy bueno, se prefirió en definitiva este mismo modelo para no introducir variaciones en el instrumental barométrico de la Marina.

El barógrafo es el de gravedad de la casa Jules Richard, de París, modelo pequeño. Este instrumento creemos que dará muy buen resultado en este lugar.

La veleta es la cenital de Green; exactamente la misma de la Estación Meteorológica de Caimán Grande. Lo mismo ocurre con el anemómetro, del tipo de presión y succión de la casa Negretti & Zambra, de Londres, pero sustituyendo el reloj indicador por uno graduado de 0 a 70 millas por hora, que nos parece el más propio para Paredón Grande.

Completarán la instalación un nefoscopio, un pilar de observación, una caseta de persianas Stevenson y termómetros de la citada casa de Negretti & Zambra.

Con este equipo, a cargo de uno de los miembros de la Marina de Guerra Constitucional que sea Observador Meteorológico, (y ya la Marina cuenta con algunos), se puede decir que cubrirá dicho Departamento ese sector de modo muy eficiente. Con la Estación Meteorológica de Paredón Grande y la que pueda ser instalada en la Isla Acklin o en alguna de las islas vecinas, también de primer orden, las perturbaciones ciclónicas y los huracanes del haz del Atlántico, que crucen por la zona al Norte de Haití, podrán ser estudiados en la forma correcta y científica, y los avisos que se den para una gran parte de Cuba y para la navegación por los mares del Norte, serán mucho más exactos. La Marina de Guerra Constitucional contribuye con una nueva y poderosa estación en un lugar estratégico.

Con respecto a la estación en la zona de la Isla Acklin, deseada por nosotros, como es natural, trataremos de que sea una realidad tan pronto como tengamos en nuestro poder los medios necesarios para ello.

NOTAS ASTRONOMICAS

I. VELASCO DE MULLÁS

El retorno del cometa periódico 1927 VI (Gale) ocurrirá en la primavera. Después de una ausencia de todos estos años, se espera que llegue a su perihelio en el mes de abril. Las siguientes efemérides se deben a Summer y fueron publicadas en el *Handbook of the British Astronomical Association* de 1936:

1937	A. E.		D.		Variación del perihelio un día después.		
	h	m	°	'	m	'	
Enero . . .	6	15	7.8	—9	52	—1.6	+12.0
”	14	15	29.9	11	37	1.8	12.5
”	22	15	53.6	13	20	2.0	12.9
”	30	16	19.1	15	1	2.2	13.1
Febrero . .	7	16	46.5	16	37	2.5	12.9
”	15	17	16.1	18	5	2.7	12.2
”	23	17	47.8	19	22	2.9	11.0
Marzo . . .	3	18	21.7	—20	22	—3.1	+ 9.1

De los nueve cometas que se han observado durante el año 1937, G. Van Biesbroeck ha hecho el siguiente cuadro:

Designación 1937	1937	Descubridor	Lugar	Magnitud al descubrirse
a	Ene. 31	Simizu	Tokio	13
b	Feb. 7	Whipple	Harvard	12
c	Feb. 27	Wilk-Peltier	Cracow-Delphos	7
d	Abr. 30	Cunningham	Harvard	13
e	May. 6	Van-Biesbroeck	Yerkes	15
f	Jul. 4	Finsler	Zurich	7
g	Agt. 4	Hubble	Mt. Wilson	13.5
h	Sep. 3	Jeffers	Lick	18

Los pequeños planetas: el objeto Reimmuth, 1937 U. B.

Al hablar de los planetas, debemos considerar tres grupos: planetas mayores, planetas menores y planetas pequeños o asteroides. En este último grupo hay una serie que, está compuesta de planetas minúsculos con diámetros de una o dos millas, a juzgar por los conocidos, y con un movimiento de traslación tan rápido al acercarse a la Tierra, que apenas dejan su impresión en la placa fotográfica, y luego, una vez alejados, su luz es demasiado débil y se pierden también. Este hecho, fue precisamente el que llevó a los astrónomos a suponer, una vez descubierto el pequeño planeta *Adonis* en 1936 por Delaporte, que debían existir otros semejantes. Y esta suposición se ha visto confirmada con el descubrimiento de otro de esos objetos interesantísimos, debido al doctor R. Reimmuth en el Observatorio de Königstuhl (Heidelberg), en el mes de octubre pasado, a los 28^a 22^b 27.6^m T. U.

De las órbitas conocidas, parece seguro que el asteroide de 1937 U. B. es el objeto que más se ha aproximado a la Tierra.

Este pequeño planeta ha recibido el nombre de *Hermes*. Cambios considerables en la órbita del planeta se debieron a las perturbaciones por su proximidad a la Tierra. A Cunningham, del Observatorio de Harvard se deben cálculos muy interesantes de su órbita. Refiriéndonos a la segunda órbita calculada por él, se ve que la distancia menor del objeto a la Tierra fué la siguiente: sólo de unas 22,000 millas; es decir, menos aún que la distancia que nos separa de nuestro satélite. *Hermes* sin duda se nos aproximó de manera extraordinaria en esta ocasión; más que ningún otro objeto celeste en su recorrido por el espacio hasta ahora conocido.

	Osculación 1937	1937 Noviembre
	Octubre 28.0	5.0 T. U.
T	1937 Dic. 18.8969	Dic. 18.8014 T U
ω	90° 41' 15".9	90° 26' 3".1
Ω	35 9 18 .0	35 8 5 .3
i	6 13 34 .9	6 9 18 .5
q	0.6165007	0.6179177
e	0.6246857	0.6257652
P	2.1056	2.1217 años

La siguiente aparición de Hermes tendrá lugar en el verano de 1940, pero entonces el pequeño planeta no se acercará tanto a la Tierra como en esta ocasión.

En una reciente reunión de la *American Physical Society* en Chicago, el Dr. V. C. Wilson, de la Universidad de Chicago, dió a conocer los resultados de unas valiosas investigaciones hechas en relación con los rayos cósmicos; esta vez, en una mina en Michigan, a una profundidad de unos 1,600 pies. Se pudo observar que la intensidad de la radiación cósmica era sólo de una veinte milésima parte de la que corresponde a la superficie de la Tierra.

Las investigaciones realizadas en este caso se han acogido con gran interés porque se cree que ofrecen pruebas de que el nuevo electrón "pesado", es el agente causal de esos penetrantes rayos; y de no ser ese electrón "pesado", se ha mencionado en su lugar al neutrino, tan discutido aún antes de ser descubierto.

En las capas superiores de la atmósfera de la Tierra, se ha descubierto un gas nuevo, a una distancia de unas 10 a 25 millas de la superficie. Se supone que sea el más raro de los gases del aire, y se encuentra sólo en las regiones exteriores de la atmósfera. El gas es un pentóxido de nitrógeno, y sus moléculas constan de dos átomos de nitrógeno y cinco de oxígeno.

El descubrimiento se hizo en el Lowell Observatory, y se debe a los doctores A. Adel y C. O. Lampland.

Se ha hecho resaltar la posición favorable de ese Observatorio para un descubrimiento de esta clase, y en efecto, situado en las alturas de una montaña, con una atmósfera seca, su posición se convertía en factor fundamental.

Si el nuevo gas existiera más cerca de la superficie terrestre, no sería posible descubrirlo ni aún mediante los más refinados procedimientos físicos o químicos. Se ha-

lió en la capa de ozono de la atmósfera mediante un delicado análisis de la región infra roja del espectro.

El Dr. Otto Struve, de la Universidad de Chicago ha anunciado el descubrimiento de la mayor estrella hasta ahora conocida. No se trata sin embargo de una estrella que se pueda ver por un telescopio, ni cuya imagen se haya podido, hasta este momento, recoger en una placa fotográfica; es lo que se llama una estrella fantasma, un "ghost star", cuya existencia se infiere por los efectos que produce, y pertenece a esa categoría de estrellas infra-rojas o de estrellas negras, hasta hace muy poco tiempo desconocida para los astrónomos.

El objeto de que tratamos ahora es una de las componentes de la estrella epsilon Aurigae, y la primera sospecha que se tuvo de su existencia fué la fluctuación periódica de la luz de la estrella, la cual se reducía cada veinte y siete años a casi la mitad. Esto unido a otros detalles, hizo que se pensara en un sistema binario. Según los cálculos de los astrónomos del Observatorio de Yerkes, esa estrella fantasma tiene un diámetro tres mil veces mayor que el Sol, es decir, que este gigante negro, es una estrella veintisiete millones de veces el tamaño del que corresponde al astro principal de nuestro propio sistema.

Henry N. Russell, en un estudio muy interesante, *The Odd New-Old Star*, dice que cuando se habla de que Struve, Kuiper y Stromgren descubrieron esa estrella, se incurre en un error de más de un siglo.



Estudio fotográfico de nubes: cirros, cumulos y fracto cumulos.—José Carlos Millán.



Estudio fotografico de nubes: cumulos y frascos cumulos. Delitante visillo; haces crepusculares. Observatorio Chapala

CONSIDERACIONES SOBRE EL RESULTADO DE LAS
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
EFECTUADAS EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE,
OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE
DE 1937

SEPTIEMBRE

Al nivel de los 3 Kms. se han registrado 29 observaciones, de las cuales 17 corresponden a la región oriental, 9 a la occidental y 3 son de región Sur. Estas últimas fueron observadas los días 9, 18 y 27; la primera se explica por la presencia de una baja en período de formación sobre el Océano al Este del Golfo de Charleston, que al siguiente día ofrece un mínimo de 754 mm. al SW de las Bermudas; la del día 18 se debe a una baja al NW del Golfo de Méjico, que al siguiente día aparece en la desembocadura del Mississippi con un mínimo de 755 mm.; y por último, la del día 27, es provocada por una baja al NE de las Bahamas occidentales, que había tenido su origen el día 23 al W de Jamaica, y que se había trasladado al NW y posteriormente al NE. Constituye un hecho curioso que estas tres corrientes de región Sur se hayan producido en períodos de nueve días.

De las 17 corrientes de región oriental observadas a este nivel, 3 Kms., tan solo merecen citarse las seis corrientes del E, observadas los días 2, 7, 8, 21, 28 y 29; la del día 2 encuentra su explicación en la persistencia de la orientación E-W de las isobaras que cruzan al Norte y Sur de la Isla; y la misma explicación puede aplicarse a la de los días 7, 8 y 21; las corrientes observadas los días 28 y 29 corresponden con la presencia de un área intensa de

bajas presiones en la porción occidental del Caribe, que en los días sucesivos se convierte en una perturbación ciclónica, bastante bien definida, que el día 3 de octubre penetra en el Continente por la Luisiana, con un mínimo del orden de 753 mm.

Al nivel de los 10 Kms. se lograron 16 observaciones de las cuales 5 son de región occidental, una del Sur y 10 de la oriental. La corriente del Sur del día 14 está relacionada con la presencia de una perturbación ciclónica al NE de las Antillas Menores; la del NNE del día 2, lo está con condiciones anormales al NE del grupo Norte de dichas islas; condiciones éstas que persisten durante varios días; las del NE de los días 8 y 9 tienen relación con anomalías sobre el Atlántico, al Este del grupo meridional de las Antillas Menores, que en los días sucesivos se transforman en un huracán que azota la región del Atlántico al NE y lejos de Puerto Rico, seguido de otra perturbación ciclónica que mantiene estados de tiempo inseguro en esa región del Atlántico hasta el día 17 inclusive, y que explica las corrientes del SE del día 16 y del ESE del 17. Los días 19 y 20 se observan a este nivel corrientes débiles del E; el día 21 del SE, y el día 22 del ESE, débiles también. Las de los días 19 y 20 están relacionadas con una perturbación en el extremo NE del Golfo de Méjico; las de los días 21 y 22, lo están con un área de bajo barómetro en las cercanías de Curazao y relacionadas también con condiciones anormales al NE de las Antillas Menores. La corriente del NE registrada el día 26, más intensa que las anteriormente citadas se explica por la presencia de una débil depresión, que el día 23 se origina al E de Caimán Grande y que el día 26 se encuentra al N del Canal de Yucatán. El extraordinario número de corrientes de región oriental registradas en este mes al nivel de los 10 Kms. confirma una vez más las condiciones perturbadoras que generalmente prevalecen en este mes en la zona ciclónica de las Antillas.

OCTUBRE

De las 24 corrientes observadas al nivel de los 10 Kms. en este mes, tan sólo 5 son de región occidental; entre las

orientales prevalecen 6 del ENE y 6 del SE, sin que por ello resten importancia las 3 corrientes del E, a las 2 del ESE y a igual número del SSE. Todas estas corrientes orientales están relacionadas con áreas de baja presión en el extremo occidental del Caribe y con algunas de la región occidental del Golfo de Méjico.

Al nivel de los 10 Kms. se realizaron 19 observaciones, de las cuales 8 fueron de región oriental, 7 de ellas entre los días 2 al 10 inclusive, que como las del nivel de los 3 Kms. a que antes nos hemos referido, tienen su explicación en las condiciones perturbadoras registradas en los extremos occidentales del Caribe y del Golfo. La corriente del SSE observada el día 19 se explica no tan sólo por las condiciones que acabamos de citar, sino también por la presencia de un centro notable de bajas presiones, de 744 mm., en la porción central de los Estados Unidos, que influye sobre la disposición de las isobaras en la mitad oriental del Golfo de Méjico. A este mismo sistema debe atribuirse la débil corriente del Norte observada el día 18.

NOVIEMBRE

La pobreza de los cielos en este mes limita nuestras observaciones a 13 corrientes al nivel de los 3 Kms., sin que se lograra observación alguna a los 10 Kms.

Al primero de los citados niveles se obtienen 6 corrientes de región oriental, correspondiendo la del E del día 1° a un centro de bajas presiones del orden de 755 mm. al Sur de Jamaica; la del NE del día 5 a un sistema de bajas en forma de V invertida, situada al Sur de la citada isla; y la del día 9, de la misma dirección, a la curvatura pronunciada de las isobaras en la región de las Antillas Mayores, provocadas por bajas del orden 756 mm., en las cercanías de Trinidad. Hasta los días 26 y 27 no se logran corrientes de región oriental, siendo del SSE la primera, provocada por un centro de bajas del orden de 759 mm. en el extremo NW del Golfo de Méjico y que al siguiente día aparece al NE de Tejas y dando lugar a que las isobaras que rodean a La Habana afecten la misma dirección de la corriente citada.

DICIEMBRE

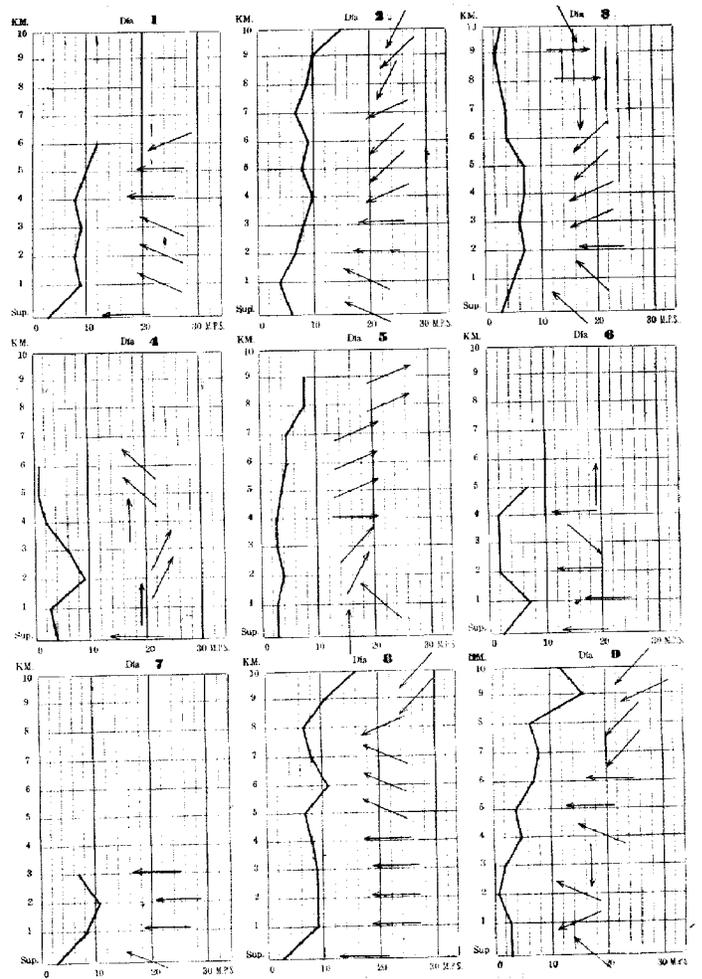
Tan sólo 18 observaciones se logran al nivel de los 3 Kms., siendo 7 de ellas de la región oriental; las del SSE de los días 13 y 14 son provocadas por un centro de 749 mm. sobre Nuevo Méjico, que el día 14 se traslada a la porción meridional de la República de Méjico, por el avance rápido de altas presiones en la porción central del Continente. La corriente del SSE del día 22 se explica por la presencia de un centro de bajas de 756 mm. en el estado de Tamaulipas; y las del NNE de los días 24 y 25 a bajas presiones en la porción central del Caribe. Estas bajas persisten, con ligeras variantes, durante varios días, dando lugar a las corrientes del E y ENE que se registran en los últimos días del año.

Al nivel de los 10 Kms. solamente se logran 5 observaciones correspondiendo todas ellas a la región occidental, que como bien sabemos es lo normal para esta época.

<i>Septiembre.</i>	<i>Octubre.</i>	<i>Diciembre.</i>
NNE—1	N—1	SW—1
NE—3	NNE—2	WSW—1
E—2	NE—1	WNW—1
ESE—2	ENE—3	NW—1
SE—2	E—1	NNW—1
S—1	SSE—1	
WSW—1	SSW—1	
W—2	WSW—2	
NW—1	W—2	
NNW—1	WNW—2	
	NW—3	

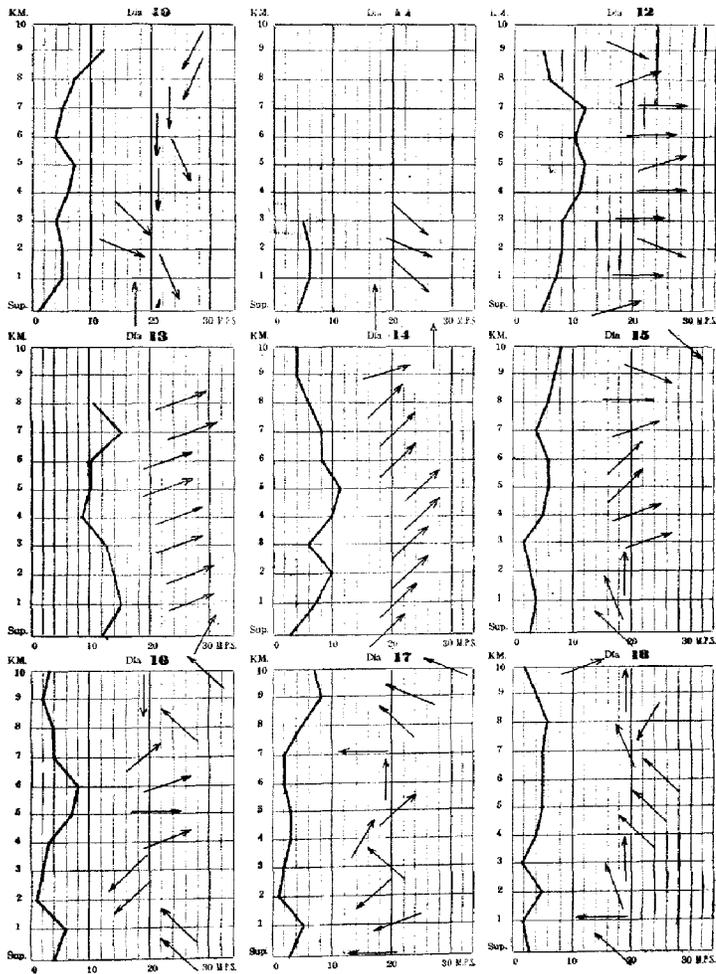
NOTA: A continuación de las tablas y gráficos de las observaciones aerológicas correspondientes a los meses a que se contrae este informe, aparecen otras tablas que constituyen el resumen de las observaciones durante el año 1937, compiladas por el Sub-Director Sr. Rivery.

OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
SEPTIEMBRE 1937



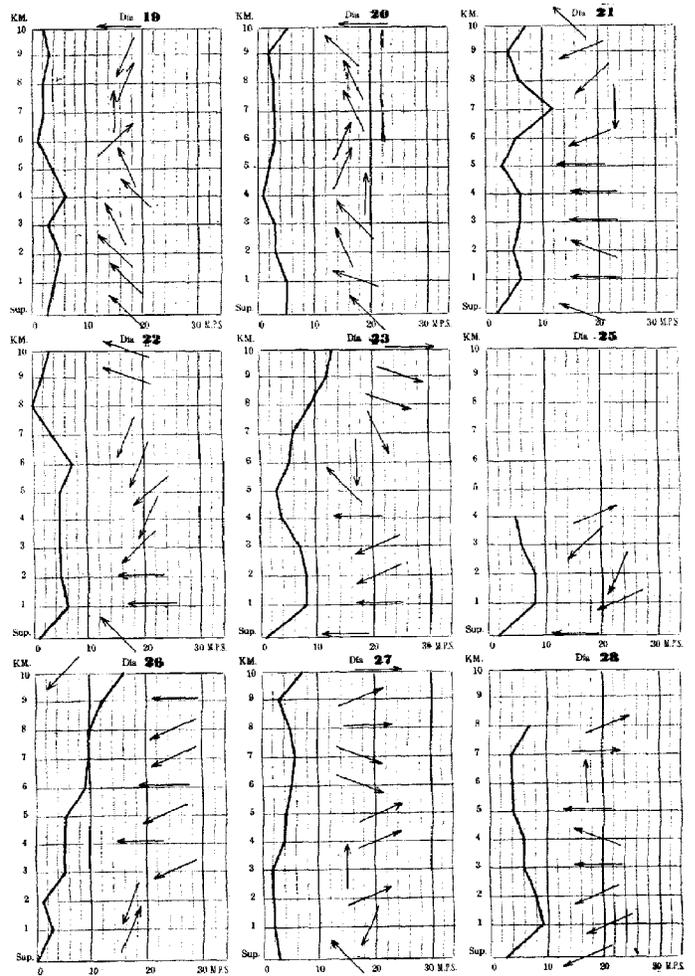
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

SEPTIEMBRE 1937

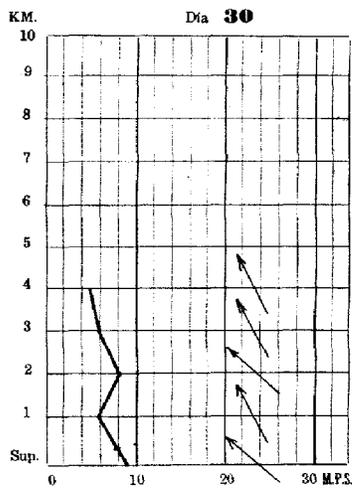
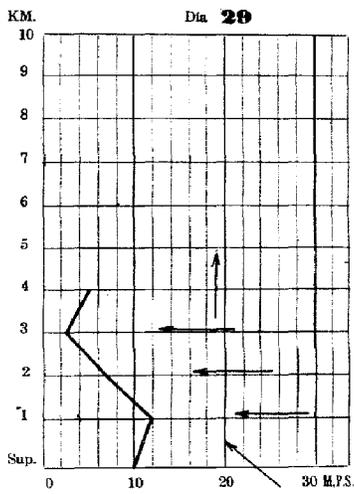


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

SEPTIEMBRE 1937



OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
SEPTIEMBRE 1987



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

9 OCTUBRE 1937

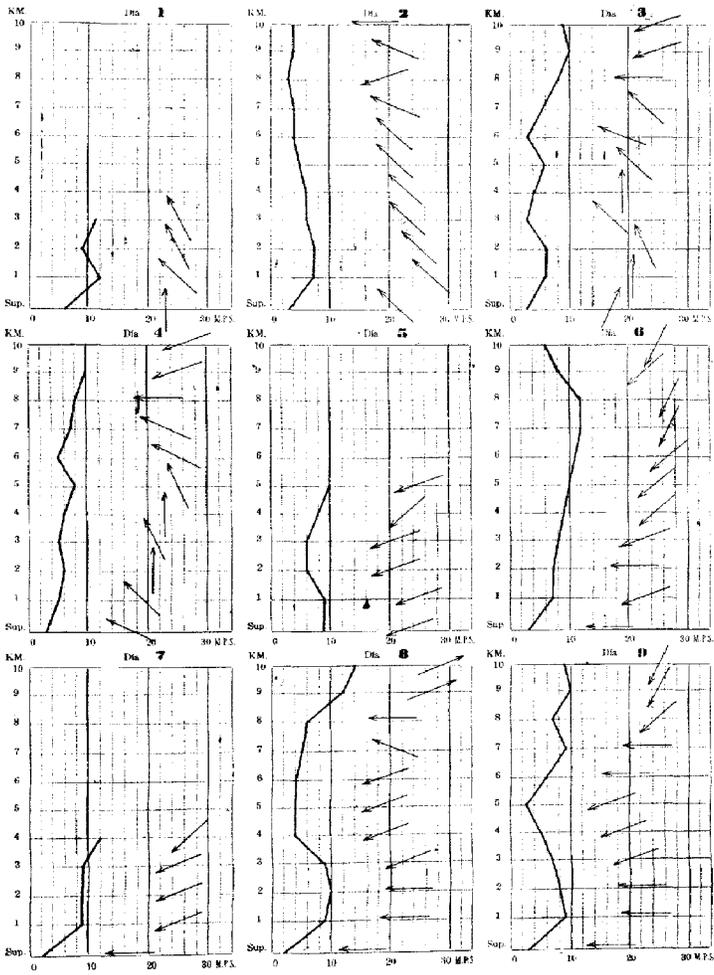
Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.

Hora de Observación
1200 CDT

Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Observaciones
1	SE	6 SE	12 SSE	9 SSE	6 SE	5 SE	4 SSE	4 SSE	4 ENE	3 SSE	1 E	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
2	SE	3 SE	6 SSE	6 SSE	6 SE	6 SE	6 SSE	4 SSE	4 ENE	3 SSE	1 E	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
3	SW	3 SE	6 SSE	6 SSE	6 SE	6 SE	6 SSE	4 SSE	4 ENE	3 SSE	1 E	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
4	ESE	3 SE	6 SSE	6 SSE	6 SE	6 SE	6 SSE	4 SSE	4 ENE	3 SSE	1 E	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
5	ENE	9 ENE	9 ENE	6 ENE	3 ENE	10 ENE	10 ENE	11 NNE	12 NNE	12 NNE	8 NNE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
6	E	3 ENE	7 ENE	8 NE	9 NE	10 NE	11 NE	11 NE	12 NNE	12 NNE	8 NNE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
7	E	2 E	9 ENE	10 ENE	9 ENE	1 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
8	E	2 E	9 ENE	10 ENE	9 ENE	1 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
9	E	2 E	9 ENE	10 ENE	9 ENE	1 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	4 ENE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
10	SE	2 SSE	3 SSE	4 ENE	2 ENE	3 NNE	4 NE	4 NE	4 NE	4 NE	4 NE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
11	SE	3 SE	4 SE	4 NW	4 ENE	2 NE	2 N	4 NE	4 NE	4 NE	4 NE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
12	SE	3 SE	4 SE	4 NW	4 ENE	2 NE	2 N	4 NE	4 NE	4 NE	4 NE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
13	E	2 ENE	3 ENE	4 ENE	2 NW	3 NE	3 NE	3 SE	4 SSE	4 SSE	4 SE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
14	E	2 ENE	3 ENE	4 ENE	2 NW	3 NE	3 NE	3 SE	4 SSE	4 SSE	4 SE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
15	E	2 ENE	3 ENE	4 ENE	2 NW	3 NE	3 NE	3 SE	4 SSE	4 SSE	4 SE	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
16	E	4 ESE	6 ESE	7 SE	6 SSE	3 E	4 E	2 WNW	1 W	6 W	3 WNW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
17	SE	3 ESE	10 ESE	9 E	7 E	5 SE	3 NNE	2 NW	8 NW	6 WNW	6 WNW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
18	SE	3 SE	10 ESE	9 E	7 E	5 SE	3 NNE	2 NW	8 NW	6 WNW	6 WNW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
19	SE	2 SSE	3 SE	3 NW	2 NW	2 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
20	Calma	1 NW	2 NW	3 NW	2 NW	2 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	3 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
21	SE	2 E	5 ENE	2 SE	3 WNW	3 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
22	NW	1 NW	7 WSW	8 WSW	8 WSW	11 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	20 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
23	NW	1 NW	7 WSW	8 WSW	8 WSW	11 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	20 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
24	NW	1 NW	7 WSW	8 WSW	8 WSW	11 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	20 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
25	NW	1 NW	7 WSW	8 WSW	8 WSW	11 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	20 WSW	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
26	SSE	1 NNE	6 WNW	6 WNW	11 W	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
27	N	1 NW	3 W	8 WNW	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
28	N	1 NW	3 W	8 WNW	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
29	N	1 NW	3 W	8 WNW	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
30	N	1 NW	3 W	8 WNW	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon
31	N	1 NW	3 W	8 WNW	12 W	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	12 WSW	21	6. S. S. Cu. Cu. N. stratifon

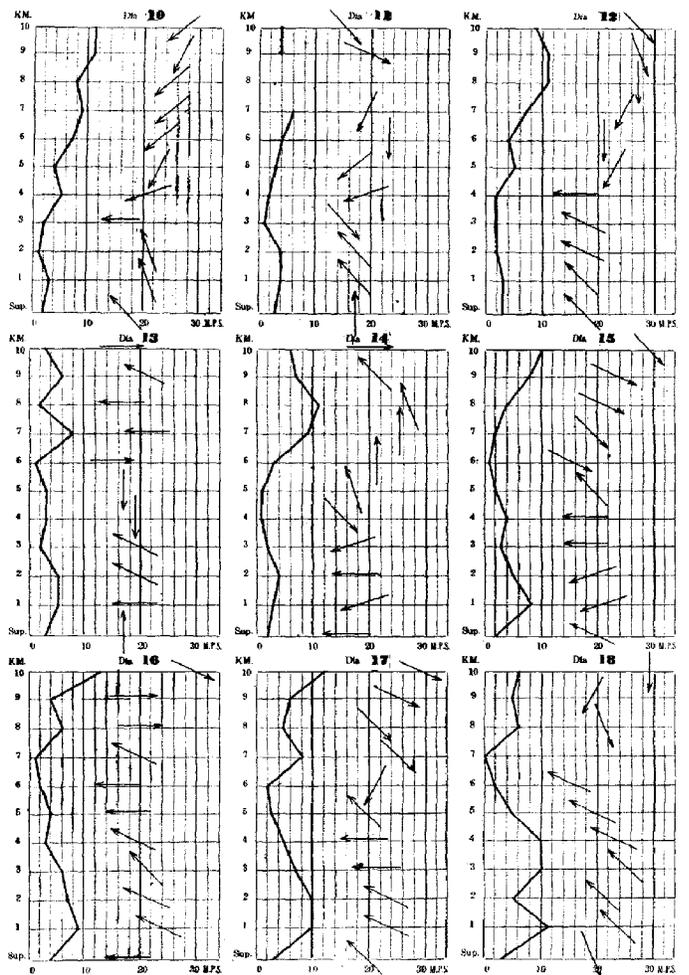
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

OCTUBRE 1937

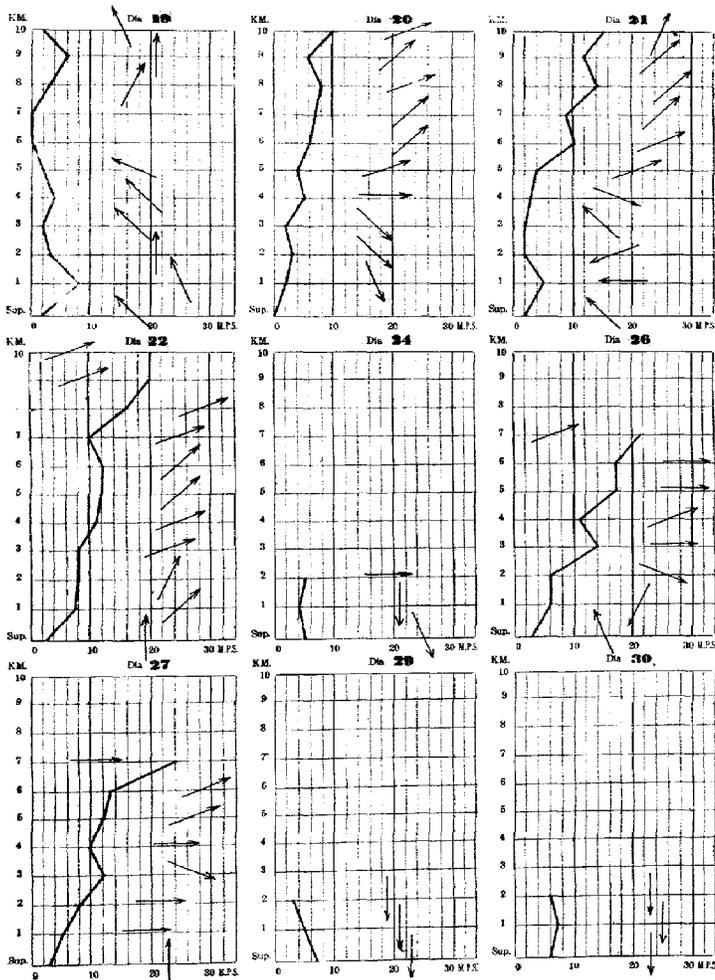


OBSERVACIONES AEROLOGICAS

OCTUBRE 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS
OCTUBRE 1937



OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

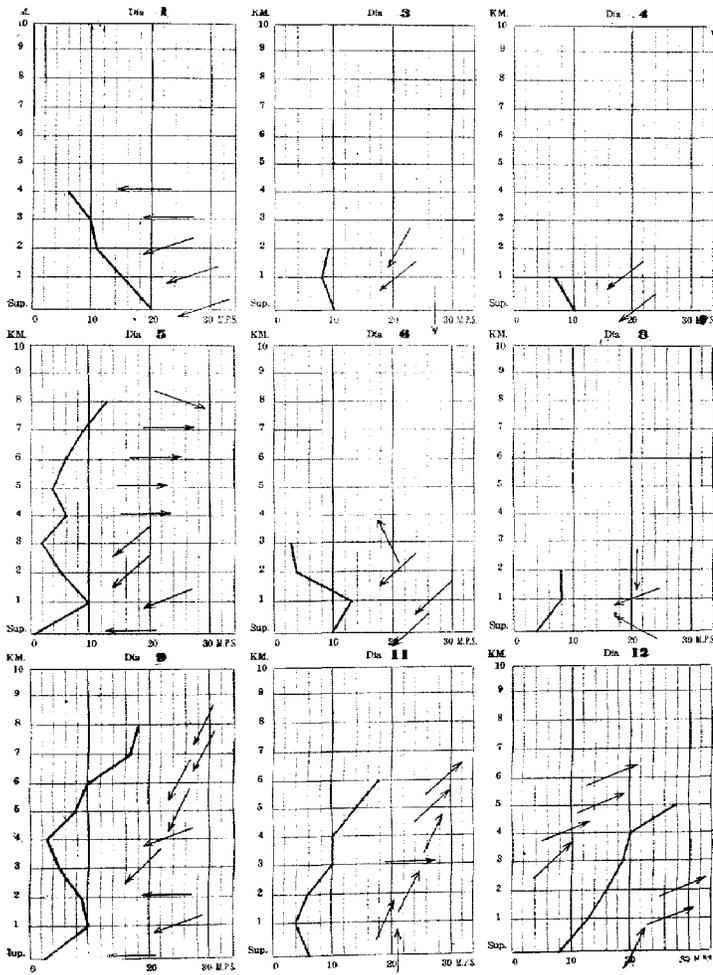
NOVIEMBRE 1937

Altura en Kilómetros
Velocidad en mps.
Hora de Observación
12 00

Día	Superf.	1 Km.	2 Km.	3 Km.	4 Km.	5 Km.	6 Km.	7 Km.	8 Km.	9 Km.	10 Km.	Observaciones
1	ENE	20	ENE	15	ENE	11	E	10	E			Cl: Cl: S; S-Car. Involuido
2	NE	14	ENE	11	E							S-Car. Car. Fe-Car. Fr-N
3	NE	10	ENE	8	ENE	9						S-Car. Car. Fe-Car. Fr-N
4	E	10	ENE	10	NE	2	NE	2	W	6	W	Fr-Car. Fr-N; neblina hls.
5	E	10	ENE	10	NE	2	NE	2	W	6	W	Fr-Car. NE normales; nebl. hls.
6	NE	10	NE	13	NE	4	SE	3				Cl: W; SSW; A-Car. Fe-Car. NE
7	ENE	8	ENE	8	ENE	8	ENE	8				Cl: A; S-Car. Fr-N; Car. NE
8	ESE	8	ENE	8	ENE	8	ENE	8				Fr-Car. del N; neblina hls.
9	E	8	ENE	10	E	9	NE	5	ENE	3	NNE	Fr-Car. del NE; neblina hls.
10	E	5	ENE	10	E	9	NE	5	ENE	3	NNE	Cl: Tomos; S-Car. neblina hls.
11	S	8	SSW	4	SSW	6	W	10	SSW	10	SW	Cl: W normales; Cl: S; S-Car.
12	S	8	WSW	13	WSW	16	SW	19	WSW	20	WSW	S-Car. Car. neblina horizontales
13	S	5	WSW	13	WSW	16	SW	19	WSW	20	WSW	S-Car. Car. N; del N; S; del N
14	S	5	WSW	13	WSW	16	SW	19	WSW	20	WSW	Cl: W; del N; S; del N
15	S	5	WSW	13	WSW	16	SW	19	WSW	20	WSW	S-Car. Fe-Car. Fr-N del N
16	W	8	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	Cl: Cl: S; del N; S; del N
17	W	8	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	Cl: Cl: S; del N; S; del N
18	W	8	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
19	W	8	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
20	W	7	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
21	W	11	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
22	NE	11	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
23	NE	9	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
24	NE	7	WSW	11	W	6	WSW	8	WSW	15	W	S-Car. Car. Fe-Car. N; del N; S; del N
25	E	7	ESE	18								A-S; S; S-Car. Fe-N ESE norm.
26	SE	3	ESE	18								Cl: Cl: S; del N; S; del N
27	SE	4	ESE	18								Cl: Cl: S; del N; S; del N
28	SE	4	ESE	18								Cl: Cl: S; del N; S; del N
29	NE	5	ENE	18								Cl: Cl: S; del N; S; del N
30	NE	5	ENE	18								Cl: Cl: S; del N; S; del N

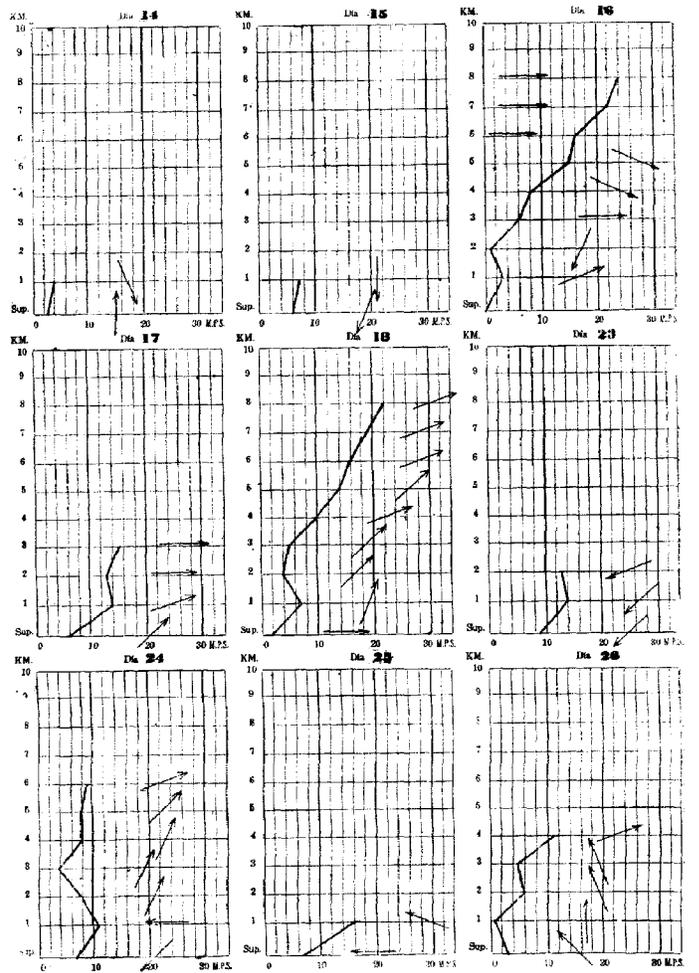
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

NOVIEMBRE 1937

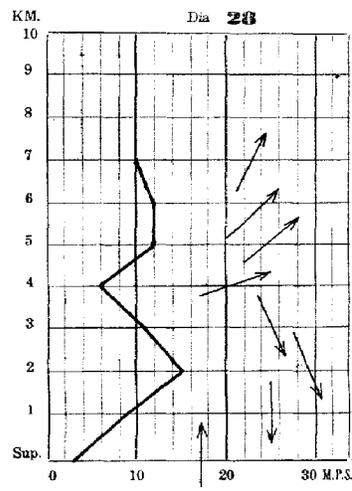
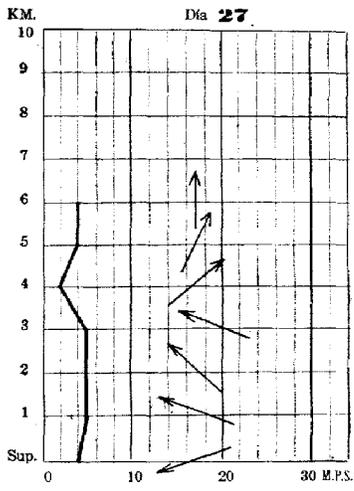


OBSERVACIONES AEROLOGICAS

NOVIEMBRE 1937

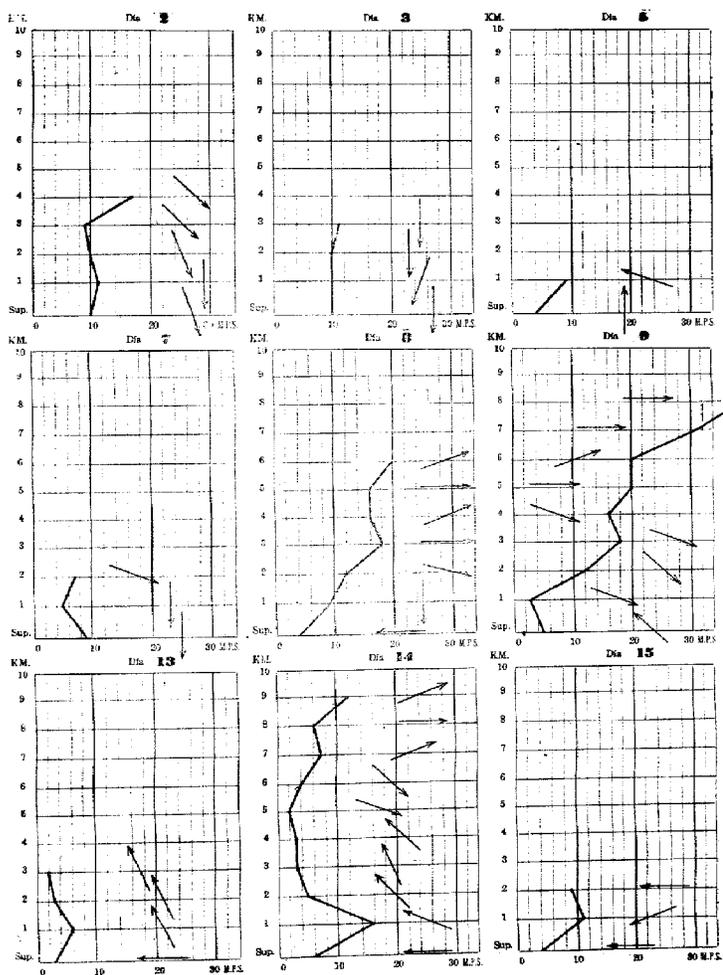


OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
NOVIEMBRE 1937



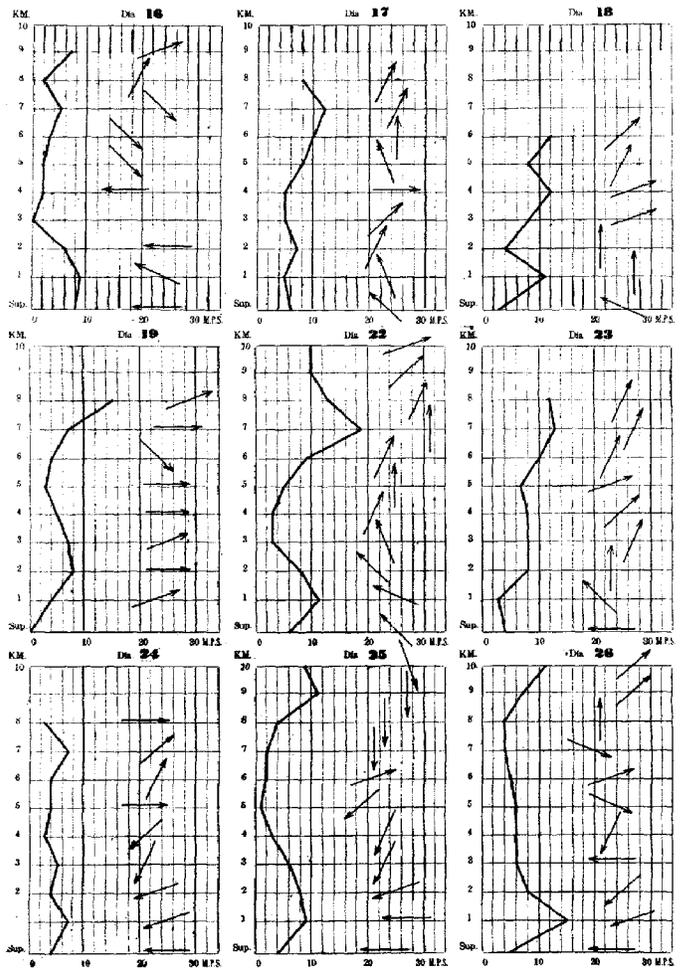
OBSERVACIONES AEROLÓGICAS

DICIEMBRE 1937



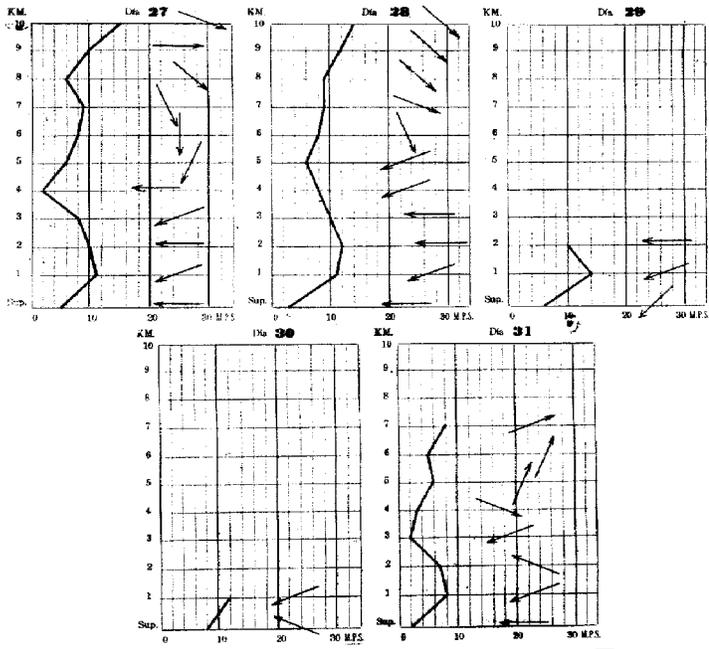
OBSERVACIONES AEROLOGICAS

DICIEMBRE 1937



OBSERVACIONES AEROLOGICAS

DICIEMBRE 1987



RESUMEN ANUAL DE LAS OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
SUPERFICIE

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calma	Total mensual
Enero			1		17	9	3		1									31
Febrero	3	1	1	1	5	5	4	2	3		1							28
Marzo	1	1		3	9		7	5	4	1								31
Abril	1	2			5	6	9	3	3									30
Mayo	3		1	1	14	3		2	3		1							31
Junio			2	1	10	1	3	1	5	1								30
Julio				1	18	2	3	1										31
Agosto				1	17	3	1	3	1									31
Septiembre				1	7	4	11		3	2	1							30
Octubre	3		1	1	6	2	6	2	6	1*					1	1	1	31
Noviembre	3	1	6	2	6	1	1		1	1		3						30
Diciembre	6		3		12	2	3		1							3	1	31
Totales	20	5	15	12	126	38	51	19	34	6	4		3		1	4	24	365

1 KILOMETRO																			
Enero	1			1	7	12	5	1										1	31
Febrero	2	2		2	2	2	1	4	3		1		1	1	2				23
Marzo			3	3	2	2	2	2	1	2	1	1			1			1	21
Abril			1	2	2	2	3	6	3	3	1				1				24
Mayo	1		1	5	9	3	2	1			1	2	2	1		2			30
Junio				2	1	6	6	2	2	2	2	2	2						30
Julio				2	13	5	3	2	4	1	1								31
Agosto			1		15	9	2		1	2	1								31
Septiembre		1		1	8	3	4	2	1	1	1	1	1		1	1			29
Octubre	2	1	1	5	3	2	6	2	1		1		1		1	1			28
Noviembre	2		4	4	1	2			1	2		3				1			20
Diciembre	3	1		8	1	4	1	2	1			1				1			23
Totales	11	5	11	11	68	52	35	24	18	13	10	10	7	2	6	6	2		324

2 KILOMETROS																			
Enero		1	1	1	6	8	5	4	2							1	1		30
Febrero				1		1	1	5	1	1	2	3	3	1	2				21
Marzo			2	1		2	2	1	2		3	2	1	2	1				19
Abril	2		1			1	2	3	2	6	2	1	1		1				22
Mayo	2	1	1	3	7	2	1	2	1		3	2	2	1		1			29
Junio				1	4	1	3	5	2	1	3	3						1	30
Julio		2		1	8	9	3	1	1	2	1								31
Agosto				1	12	6	1	2	1	4				1					31
Septiembre		2	2	2	7	3	2	2	1	2	1	2		3					29
Octubre	1		1	4	4	4	3	3	2	1			2	1	1				27
Noviembre	1	2	2	2	1		1	1		2	1	1	1			1			16
Diciembre	1		1	2	5	1	2	1	2	1			1	2	1	1			21
Totales	7	8	11	25	54	41	25	26	24	20	15	13	11	13	5	6	2		306

RESUMEN ANUAL DE LAS OBSERVACIONES AEROLOGICAS
3 KILOMETROS

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calma	Total mensual
Enero	1	1		8	9	3	2	2	1	1	1					1		30
Febrero		1		1			1	1	3	1	2	5	3	1	2			21
Marzo	3		1	1	1				1	1	2	3	3	2		1		19
Abril	1				2		1	3	2	1	3		5	2	1			21
Mayo			2	4	2	3	1	1	1	3		2	2	3	1			27
Junio			2	6	4	4		2	3	3	2	1			1	1		29
Julio			1	1	7	5	5	1	6	1	1							31
Agosto	1		1	5	9	6	2	1		3	1			1		1		31
Septiembre			3	3	6	1	2	2	3	1	2	2	1		3			29
Octubre				6	3	2	6	2				1	1	1	2			24
Noviembre			2		1	1		2		1	2		3			1		13
Diciembre	1	2		2	2			3		1	1	2	1	1	1		1	18
Totales	7	4	12	20	43	31	19	21	19	20	13	16	16	16	15	8	2	293

4 KILOMETROS

Enero			1	6	2	9	3	1	1	1			1		2	2	1	30
Febrero	1								1			1	7	2	5	1		21
Marzo							1				1		4	3	6	1		16
Abril	2					1	1				4	3	2	1	4	1		19
Mayo		2	1	4		3			1	1	3	2	3	3	2	2		27
Junio	1		2	2	4	3		1	1	4	2	3		1	2	1	1	28
Julio	1		2	2	3	3	5	2	4	1	1	1			2			27
Agosto	4	2	1	6	5	2	2	1	1		1	2			1			31
Septiembre	1	1		2	6	2	2	1	3	1	1	5	2					27
Octubre	1		3	4	3	2	2		2			2	2	1	1			23
Noviembre				1	1				2	1	4	1	1					11
Diciembre		2	1	1	2		1			1	1	2	2	2	1			16
Totales	11	7	11	28	26	25	17	9	14	11	15	28	24	14	26	8	2	276

5 KILOMETROS

Enero	1	1	6	1	4	5	3	1		1	1	1	1	1	1	1	1	30
Febrero									1	2	2	8	1	1	1			19
Marzo										1	1	5	2	2	2			13
Abril	2								1	1	2	2	4	3	1	2		18
Mayo	2	2	1		1					2	2	3	5	3	1	1		26
Junio	2	3		2	1	3		3	5	2	2	1		1	1	2		28
Julio	2	1		2	3	4	3	2	1	2	1	1	1		1			21
Agosto	2		4	3	5	5	2	1	1	1	1		2			1		31
Septiembre			3	1	4	1	3	1	1	1	3	4	1			1		24
Octubre	1	2	2	3	1	2	4	2			1	3	1					22
Noviembre		1								1	1	1	1	1				9
Diciembre		1	1	1				1	1	2		1	4	2	1			15
Totales	12	11	20	13	19	20	15	11	13	12	20	19	31	19	10	12	2	259

RESUMEN ANUAL DE LAS OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
6 KILOMETROS

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calma	Total mensual
Enero	2	2	2	1	3	7	2	2	—	1	1	2	1	—	1	2	—	29
Febrero	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	6	6	2	2	1	—	19
Marzo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	4	5	1	—	—	13
Abril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	5	4	—	2	—	16
Mayo	1	2	3	1	—	—	—	2	—	1	2	4	3	3	3	1	—	25
Junio	4	3	1	2	1	1	—	2	1	1	—	1	—	3	3	1	—	24
Julio	1	3	3	2	1	1	—	2	3	1	1	—	1	—	1	—	—	21
Agosto	—	—	3	3	4	4	2	1	2	3	2	2	—	2	—	1	—	29
Septiembre	2	2	2	1	2	1	2	—	2	1	3	3	1	1	—	—	—	23
Octubre	2	1	2	1	2	2	2	—	1	—	2	3	2	—	—	—	1	21
Noviembre	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	3	2	—	—	—	—	9
Diciembre	1	—	—	—	—	—	—	—	1	4	1	4	—	—	3	1	—	15
Totales	13	14	16	11	13	16	8	5	14	13	17	30	27	17	14	14	2	244

7 KILOMETROS																		
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calma	Total mensual
Enero	1	3	3	—	4	5	2	2	—	3	—	1	—	1	2	2	—	29
Febrero	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	5	5	2	2	2	—	17
Marzo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	4	1	—	—	12
Abril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	3	3	1	—	16
Mayo	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	2	5	3	—	20
Junio	3	2	1	1	—	2	—	—	2	1	2	2	1	1	2	—	—	22
Julio	—	—	5	3	1	1	—	2	2	1	1	1	—	—	—	3	1	21
Agosto	—	1	2	6	5	1	1	1	2	3	2	2	—	—	—	—	2	28
Septiembre	3	1	1	2	2	—	—	2	1	—	2	3	2	1	—	1	—	21
Octubre	—	3	1	—	2	4	—	—	1	—	2	2	1	1	2	—	2	21
Noviembre	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	5
Diciembre	1	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	2	2	1	1	—	13
Totales	11	12	14	12	14	13	3	7	9	12	11	31	22	17	17	15	5	225

8 KILOMETROS																		
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calma	Total mensual
Enero	4	—	3	1	1	—	3	2	1	1	2	1	1	2	—	2	1	24
Febrero	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	5	1	2	2	—	14
Marzo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	3	2	1	—	—	10
Abril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	2	3	1	1	13
Mayo	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	2	6	—	17
Junio	2	4	1	1	1	—	1	—	—	1	2	4	1	2	—	—	—	29
Julio	2	3	5	3	1	—	—	—	2	2	—	1	—	—	1	—	—	20
Agosto	—	—	5	2	6	2	2	2	1	2	4	—	—	—	—	—	—	26
Septiembre	—	3	2	2	—	—	2	1	—	1	1	4	3	1	—	—	1	21
Octubre	1	1	2	1	4	—	—	1	—	1	1	2	1	1	1	1	—	18
Noviembre	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	4
Diciembre	1	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	1	3	—	2	—	—	12
Totales	11	14	18	10	12	2	6	6	5	13	11	23	23	16	12	12	3	199

RESUMEN ANUAL DE LAS OBSERVACIONES AEROLÓGICAS
9 KILOMETROS

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	V / W	Cal no	Total mensual
Enero	3	2	4		1		3		3			3	3		1	1		21
Febrero											6	5		2		1		14
Marzo											3	3		2				8
Abril											1	3		2	4	1		11
Mayo	2	1									1	3		2	3	4		16
Junio	2	2					1				1	4	3	2		4		19
Julio	1	4	4	6			2		1			1					3	22
Agosto			5	1	2	3	2	3	1	1	2	1			1		1	26
Septiembre	1	2	2	2	1	2	1		1			3	1	3				19
Octubre		3	1	3		2	1		1		2	1	1	3		1		19
Noviembre																		
Diciembre	1										2	2	1		1			7
Totales	10	14	16	12	1	7	10	3	7	4	7	26	23	16	10	12	4	165

10 KILOMETROS

Enero	2	1	3		1		2	2		5		1	2	1	2	1	1	22
Febrero												5	3	2	1			11
Marzo										1	2	2		1				6
Abril											1	1		1	2	2		7
Mayo											1	1	2		9			14
Junio	3	1								1	4	2		3	1	2	1	14
Julio	2	3	4	4	2	1		2						1		1		23
Agosto	1		2	3	2	2		6	3	2	3						1	25
Septiembre		1	3		2	2	2		1			1	2		1	1		16
Octubre	1	2	1	3	1			1		1	2	2	2	2	3			19
Noviembre																		0
Diciembre											1	1		1	1	1		5
Totales	9	8	13	16	8	5	4	9	6	6	6	18	18	13	12	17	3	165

NECROLOGÍA

AÑO 1937

In memoriam.

El Sr. J. Ernest G. Yalden murió el 22 de febrero. Fué Presidente de la American Association of Variable Stars Observers.

†

El Dr. Edward Parker Burrell, director de la sección de ingeniería de la firma Warner & Swasey, murió el 21 de marzo. El Dr. Burrell dirigió la construcción de la parte mecánica del telescopio de 72 pulgadas de Victoria, C. B., y la del telescopio de 69 pulgadas del Observatorio Perkins. Además diseñó y construyó un modelo para el telescopio de 200 pulgadas que se está construyendo y terminó los dibujos para el telescopio Mc Donald de 82 pulgadas de la Universidad de Tejas.

†

El señor Ambrose Swasey, célebre constructor de grandes telescopios y aparatos científicos de precisión, murió el 15 de junio. Con W. R. Warner fundó la conocida casa Warner & Swasey, en Cleveland, Ohio, en la cual fué construído el telescopio del Observatorio Nacional. Swasey fué un hombre notable, que contribuyó muchísimo al desarrollo de los grandes telescopios. Su labor era conocida en todo el mundo. Recibió seis títulos honoríficos y numerosos premios y fué miembro de un gran número de sociedades.

†

El señor Richard Inwards, que fué Presidente de la Royal Meteorological Society de Inglaterra, murió el 30 de septiembre a los 98 años. A él se debe un libro sobre proverbios de todo el mundo, relacionados con el tiempo. Su entusiasmo no disminuyó nunca y su inteligencia se mantuvo clara hasta unos dos meses antes de su muerte. Fué miembro de la Royal Astronomical Society por 76 años y medio, y de la Royal Meteorological Society por 75 años y medio. Es muy difícil que se iguale un *record* de tanto tiempo en ninguna sociedad científica.

†

El Dr. J. R. Sulton murió el 11 de octubre. Fué Director del De Beer's Meteorological Observatory de Kimberley, Africa del Sur. Escribió mucho sobre la climatología del Africa del Sur.

†

Sir J. W. Moore, autor de "Meteorology, practical and applied", murió el 12 de octubre. En su obra trató muy bien de la influencia del estado del tiempo en las enfermedades.

†

El Prof. Storrs B. Barret, del Observatorio de Yerkes, murió el 25 de noviembre. Durante 30 años fué miembro de esa institución, en donde trabajó mucho con el espectroheliógrafo Rumford. Fué además Secretario y Bibliotecario del Observatorio. Al final de su carrera era Prof. Asociado, Emeritus.

†

El señor José Comas Solá, eminente astrónomo español, murió el 2 de diciembre. Fué Director de la Sección Astronómica del Observatorio Fabra y Presidente de la Sociedad Astronómica de España y América. Sus trabajos principales estaban relacionados con el aspecto físico de los planetas, los movimientos propios de las estrellas y las corrientes estelares. Dedicó parte de su tiempo al estudio de los pequeños planetas, descubriendo a seis: (804) *Hispania*; (925) *Alphonsina*; (945) *Barcelona*; (986) *Amelia*; 1927 AA y 1927 KA. Descubrió también varios cometas, entre ellos uno nuevo de corto período, el cometa Comas Sola, 1926 f. Fué autor de numerosos escritos académicos y de popularización, así como de varias obras notables, entre ellas *El Cielo*.

†

El Dr. W. E. Bernheimer murió el 14 de diciembre. Era profesor e investigador científico del Observatorio de la Universidad de Viena.

Observatorio Nacional de Cuba.

**ESTADO GENERAL DEL TIEMPO EN LA HABANA
EN EL TERCER CUATRIMESTRE DE 1937**

SEPTIEMBRE

La presión de la atmósfera durante este mes fluctuó entre una máxima de 763.5 mm. y una mínima de 756.7 mm., resultando la media mensual de 761.4 mm., que es superior en más de un milímetro a la normal correspondiente. También resultó algo alta la temperatura media, ya que debiendo ser la normal de 26.6 C., alcanzó en el mes el valor de 27.1 C., comprendidas las oscilaciones entre una máxima de 34.5 y una mínima de 22.2. El valor de la máxima es notable, y es el más alto del año, habiéndose registrado el día 18. La tensión media del vapor de agua fué de 21.6 mm., y la humedad relativa media llegó a 82%. Estos valores son mayores que los que corresponden al mes. El viento predominante fué de la región del Este, con una velocidad media de unos 3.8 metros por segundo. El total de lluvia durante el mes fué de 62.3 mm., cantidad que es menos de la mitad de lo que debe registrarse. La máxima velocidad del viento fué de 16.1 m. p. s., ocurriendo el día 23, del NE., como brisotazo, repitiéndose el 24, por débil baja cerca de Caimán Grande, y el 28, por altas presiones al Norte y débil baja en el Caribe occidental.

OCTUBRE

Exastamente un milímetro resultó la media mensual de la presión inferior a la obtenida en septiembre. Este valor de 760.4 mm., todavía es superior a la normal en

medio milímetro; estando comprendidos todos los valores entre una máxima de 763.2 mm., y una mínima de 756.8 mm. La temperatura, en unas décimas fué más alta que el valor correspondiente, pues la media dió 25.8 C. La más alta del mes fué 33.6 y la más baja 17.9, temperatura que ya es fría para la época. La tensión del vapor de agua en la atmósfera obtuvo una media de 19.6 mm., que es algo superior al valor normal; y lo mismo puede afirmarse del valor medio de la humedad relativa, que fué de 79%. La dirección predominante del viento fué $E\frac{1}{4}$ NE, con una velocidad media de 3.8 metros por segundo. La lluvia registrada alcanzó solamente el total de 88.8 mm., que es aproximadamente la mitad de la lluvia que corresponde al mes. La máxima velocidad del viento fué de 15.2 m. p. s., del S., el día 22, por baja al Norte; y fué repetida el día 23, por el mismo organismo y alta en Tejas, siendo entonces del Noroeste.

NOVIEMBRE

Contrario a lo ocurrido en septiembre y en octubre, la media mensual de la presión atmosférica, 761.1 mm., resultó inferior a la normal en unas ocho décimas de milímetro. Tanto la máxima como la mínima fueron notables; la máxima de 767.4 mm. por anticiclones del Noroeste, y la mínima, de 752.9 mm. por una baja en el extremo Nordeste del Golfo de Méjico. Las temperaturas durante el mes oscilaron entre una máxima de 29.7 C. y una mínima de 15.9 C., dando la media 23.3 C., que es ligeramente inferior al valor que corresponde. La tensión del vapor de agua obtuvo una media de 16.4 mm. que es casi igual a la normal; y lo mismo ocurre con la humedad relativa cuya media dió 77%. El viento predominante fué el Nordeste, con una velocidad media de 5.8 metros por segundo. El total de lluvia que se registró fué de 61.3 mm., inferior en un tercio a la lluvia normal del mes. La velocidad máxima del viento fué de 16.5 m. p. s., del Nordeste, ocurriendo el 23, por brisotazo.

DICIEMBRE

La media de la presión atmosférica de este mes, que fué 763.5 mm., vuelve a colocarse sobre la normal si bien no mucho, estando comprendidas todas las lecturas entre 767.7 mm. y 756.8 mm., máxima y mínima respectivamente. La temperatura media resultó ser de 21.6 C., que es como medio grado más baja que el valor correspondiente. El valor más alto fué de 30.0 C., y el más bajo de 12.2 C., que ocurrió el día 13. Este último valor es notable, siendo la mínima del año. La media de la tensión del vapor de agua fué de 14.6 mm., ligeramente inferior a la normal. En cambio, la media de la humedad relativa, 76%, fué un poco superior al valor que corresponde. El viento predominante fué el NE $\frac{1}{4}$ E, con una velocidad media de 4.9 metros por segundo. Cayeron 47.3 mm. de lluvia, cantidad inferior al valor normal. La máxima velocidad del viento ocurrió el día 6, siendo del NW con 17.0 m. p. s., por la combinación de bajas presiones en faja estrecha, desde Cuba hasta Quebec, y altas presiones en Tejas.

J. C. M.

**ALGUNOS FENÓMENOS INTERESANTES EN EL
TERCER CUATRIMESTRE DE 1937**

16 DE OCTUBRE:

Anticiclón de 778 mm. sobre el Lago Erie. Cubre la mitad oriental de los Estados Unidos y se extiende hasta Cuba. El 17 se halla sobre Vermont con 780 mm.

19 DE OCTUBRE:

Un centro de bajo barómetro de 744 mm. sobre Illinois se desarrolla y al día siguiente existe como centro notable de 733 mm. sobre los Grandes Lagos.

23 DE OCTUBRE:

Un temporal de 745 mm. sobre el Estado de Nueva York se extiende hasta el Sur por la zona de Caimán Grande. Le sigue un anticiclón de 767 mm. sobre Tejas. La combinación da vientos del Noroeste al Norte en la porción occidental de Cuba, frescos y algo fuertes a intervalos.

28 DE OCTUBRE:

Otro Norte por temporal de 748 mm. al Sur de Nantucket y no distante, y débil anticiclón sobre la Luisiana.

29 DE OCTUBRE:

Desde este día una débil depresión al SE y lejos de Jamaica en combinación con altas presiones al N. dará lugar a un período lluvioso en Oriente. El 1 de noviembre la depresión tiene 755 mm. al S. de Jamaica en las in-

mediaciones del paralelo 15; el anticiclón sobre Nueva York, con 778 mm. El 2 se halla la depresión sobre la parte occidental de Jamaica. Por la noche las isobaras se prolongan hacia el Nordeste y se forma un débil centro sobre las Bahamas orientales.

10 DE NOVIEMBRE:

Una baja sobre Arkansas se mueve al ESE. El día 11 se halla sobre el extremo Sur de Alabama, con 753 mm.; el 12 en la cercanías de Apalachicola, con 750 mm.; por la noche de este día se encuentra en el Saco de Charleston, con 751 mm. Le sigue una alta relativa.

16 DE NOVIEMBRE:

Una baja procedente del Pacífico del Norte, se halla sobre la Luisiana, con 753 mm. Le siguen altas presiones con bajas temperaturas. Moviéndose rápidamente se encuentra al día siguiente frente al Cabo Hateras, con 754 mm. El anticiclón se halla sobre Oklahoma con 770 mm. Esta combinación da un "Norte", con ola fría.

19 DE NOVIEMBRE:

Otra débil baja en la desembocadura del Misisipí y altas al Noroeste, darán lugar a otro "Norte", con ola fría desde el 20.

24 DE NOVIEMBRE:

Notable anticiclón de 782 mm. sobre la Virginia. Desarrollo de una depresión, dentro de las altas presiones, al N y cerca de Progreso.

6 DE DICIEMBRE:

Bajas presiones desde Cuba hasta Quebec, centro más cercano sobre la Virginia. Altas presiones desde el Golfo de Méjico hasta Manitoba. La combinación da un "Norte" y frío.

J. C. M.

**DEPRESIONES, PERTURBACIONES Y CICLONES
DE LA TEMPORADA CICLÓNICA
DEL AÑO 1937**

NUMERO TOTAL DE ORGANISMOS: 11

1.—JULIO 26 - AGOSTO 1 + :

Perturbación de poca a moderada intensidad. Nace al Oeste y cerca de Cayo Hueso. El día 27 se halla sobre Fort Myers. Retorna al Golfo. El 28 y el 29 se encuentra a unas 200 millas hacia el Oeste de Tampa. Del 29 al 30 cruza la parte Norte de la Florida, moviéndose al Nordeste. En Tampa la mínima barométrica fué de 756.9 mm. y el viento tuvo una máxima velocidad de 51 millas por hora del Sudeste. El 30 se halla a poco más de 100 millas al Este de Jacksonville. El 31 al Sudeste y cerca del Cabo Hateras, aumentando de intensidad. El día 1 de agosto la encontramos a unas 200 millas al Este de Nantucket, con rumbo hacia Nueva Escocia.

2.—AGOSTO 3-6 + :

Perturbación de poca intensidad. Nace al Este y cerca de Grande Abaco. El día 4 se halla a unas 150 millas al Nortenordeste de la citada isla, con poco aumento de intensidad. El 5 se encuentra a unas 250 hacia el Este de Charleston. El 6 la encontramos al Este y cerca del Cabo Hateras, continuando su movimiento al primer cuadrante.

3.—AGOSTO 8-14:

Débil depresión. Cruza el Mar Caribe desde la zona de la Barbada y Santa Lucía; por el Sur y Suroeste y no

distante de Caimán Grande; pasa sobre el extremo Norte de Yucatán; penetra en el Golfo de Méjico, llegando a unas 150 millas o poco más al Norte de Progreso; y desciende al tercer cuadrante, desapareciendo en el Golfo de Campeche.

4.—AGOSTO 22 - SEPTIEMBRE 1:

Ciclón de moderada intensidad. Primera observación señala el organismo como perturbación en las inmediaciones de latitud 19° y longitud 55° . Cruza a unas 150 millas al Norte de Puerto Rico durante el 25. Del 26 al 27 pasa por el Norte y muy cerca de las Islas Turcas; el 27 se halla sobre Mariguana; el 28 sobre la parte Norte de Andros; el 29 sobre el extremo occidental de la Gran Bahama, aumentando en intensidad. El 30 penetró en la Florida, en las inmediaciones de Ormond Beach, con vientos de 50 a 60 millas por hora. Menor presión registrada fué de 746 mm. Causó daños de poca consideración. El 31 se hallaba en las inmediaciones de Apalachicola, y el 1 de septiembre en las cercanías de Montgomery, Alabama.

5.—SEPTIEMBRE 6-14:

Ciclón en el Atlántico. Primera observación cerca de latitud 14° y longitud 45° . Cruza por el Nordeste y lejos del grupo Norte de las Antillas Menores el día 10. Del 12 al 13 pasa por el Este y no muy distante de las Bermudas. El 14 se halla en la parte occidental de Nueva Escocia.

6.—SEPTIEMBRE 10-19 + :

Huracán en el Atlántico. Primera observación, el 10, a unas 1,400 millas al Este del grupo Norte de las Antillas Menores. El 13, a. m., cruza cerca de los $18\frac{1}{2}^{\circ}$ latitud y 55° longitud. Con marcha lentísima, efectúa probablemente una recurva en lazo el 14 y el 15, alrededor de un punto en las inmediaciones de $19\frac{1}{2}^{\circ}$ latitud y $57\frac{1}{2}^{\circ}$ longitud, tomando luego un rumbo al NNE, aumentando mucho su velocidad de traslación. El 17 por la noche cruza por el E y lejos de las Bermudas, y el 19 por la noche por el E y lejos de Terranova.

7.—SEPTIEMBRE 14-21:

Débil perturbación en el Golfo de Méjico. Se observa por primera vez en la noche del 14, al Norte y cerca de Frontera. Sigue rumbo casi al Norte hasta la noche del 17. Dobla al primer cuadrante, cruzando sobre la desembocadura del Río Misisipí, perdiendo intensidad. Pasa cerca de Apalachicola y termina en las inmediaciones de Jacksonville.

8.—SEPTIEMBRE 20-26 + :

Ciclón en el Atlántico. Primera observación el 20, centro cerca de 15° latitud y 44° longitud. Trayectoria dirigida al Noroeste. El 24 pasa por el Este y lejos de las Bermudas. El 26 se halla en Nueva Escocia.

9.—SEPTIEMBRE 23-26:

Débil depresión. Pasa por el Este y Norte y no distante de Caimán Grande. Cruza el Canal de Yucatán cerca del Cabo San Antonio. Termina en el Golfo de Méjico al Norte y no distante del Cabo Catoche.

10.—SEPTIEMBRE 26-28 + :

Débil depresión. Se observa por primera vez el 26 sobre Isla Andros. Se mueve al NNE. El 28 cruza por el Este y no muy distante del Cabo Hateras.

11.—OCTUBRE 1-3:

Débil perturbación en el Golfo de Méjico. Anteriormente, bajas presiones con isobaras abiertas en el Golfo de Honduras, desde el 29 de septiembre. El 1 por la noche, al Nordeste y algo distante de Progreso. El 2 en el centro del Golfo de Méjico. Termina en la Luisiana.

J. C. M.

**RESUMEN DEL ESTADO GENERAL DEL TIEMPO
EN LA HABANA DURANTE EL AÑO 1937**

Durante el año la presión atmosférica osciló entre una máxima de 768.2 mm. en marzo y una mínima de 752.9 mm. en noviembre, resultando la media anual de 761.9 mm. exactamente igual al valor normal. La temperatura al aire libre fué algo elevada, pues la media arrojó un valor de 24.9 C., que es medio grado superior al valor normal. La temperatura más alta fué de 34.5 C. y ocurrió en septiembre; y la más baja de 12.2 C. se registró en diciembre. La media de la tensión del vapor de agua en la atmósfera fué de 18.6 mm., que es un milímetro superior a lo que corresponde, y también fué alta la media de la humedad relativa que llegó a 79%. El viento predominante fué el E $\frac{1}{4}$ NE, con una velocidad media de 4.2 metros por segundo. El mes con mayor velocidad media fué noviembre y el que tuvo la menor fué agosto. Las máximas velocidades se registraron en marzo, por una golfiana en la porción Sudeste del Golfo de Méjico, y en junio, por una turbonada. En ambos casos el viento fué del Sur, con una velocidad de 22.4 metros por segundo. El total de lluvia que se registró durante el año fué 1036.8 mm., que es 20% menor que la cantidad de lluvia, que debe caer anualmente. El mes más lluvioso fué junio, con 274.6 mm., y el más seco resultó enero, con 1.1 mm.

J. C. M.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
SEPTIEMBRE DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia mm.	
	Presión en milímetros	Temperatura Cent.	Temperatura F.	Temperatura del Vapor de Agua mm.	Humedad Relativa %	Viento pre- dominante	Velocidad del viento m/s.	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento		Velocidad máxima del viento m/s.
1	67.0	27.0	21.2	87	.....	.....	4.1	62.2	69.0	31.3	23.5	NE	12.1	.....
2	60.4	26.9	21.2	81	.....	.....	.....	61.9	59.3	30.8	23.1	.....	9.8	.....
3	60.5	26.1	21.4	86	.....	.....	.....	61.9	59.3	31.6	23.0	.....	10.7	.....
4	60.8	26.7	21.1	81	.....	.....	.....	62.0	59.7	31.5	23.2	.....	8.9	.....
5	60.7	27.1	21.3	81	.....	.....	.....	62.8	59.7	31.4	24.0	.....	15.2	.....
6	61.4	27.9	22.7	82	.....	.....	.....	62.9	59.9	33.3	24.8	NE	11.6	1.5
7	62.0	27.6	23.5	86	ENE	4.2	.....	63.1	60.7	32.5	24.2	NNE	11.6	3.3
8	62.1	28.2	23.3	83	ENE	4.0	.....	63.5	60.6	32.6	24.4	NE	12.1	.....
9	61.5	28.1	23.5	84	ENE	2.9	.....	62.7	60.3	32.5	24.5	NNE	9.8	.....
10	60.6	28.4	23.3	82	WNN	2.7	.....	61.9	59.8	32.5	24.2	NW	8.1	.....
11	59.3	27.5	22.1	82	SW	3.1	.....	60.5	58.7	32.1	24.2	S	12.1	1.0
12	58.6	27.7	21.2	78	SSW	5.2	.....	59.7	57.6	32.2	24.3	SW	12.1	.....
13	59.2	27.4	21.0	79	SSW	5.9	.....	60.8	57.7	33.5	24.7	NW	14.3	11.2
14	60.6	27.0	21.3	82	ENE	2.4	.....	61.8	59.4	31.2	23.1	NNW	7.2	.....
15	61.0	27.5	20.4	76	E	.....	.....	62.1	59.9	32.0	23.2	NNE	8.5	.....
16	60.9	28.3	20.6	74	E	3.0	.....	62.2	59.3	33.8	24.2	NE	9.8	.....
17	60.5	28.0	21.6	78	ENE	3.2	.....	61.7	59.2	32.2	24.7	NE	9.8	.....
18	60.2	27.6	21.0	81	ESE	2.9	.....	61.0	59.0	34.5	24.2	S	12.1	11.4
19	60.4	27.5	21.9	81	E	3.0	.....	61.2	59.6	32.0	24.2	NE	9.8	2.3
20	60.7	27.8	21.7	79	E	3.7	.....	61.9	59.5	32.8	24.7	NNE	10.7	.....
21	61.1	27.9	21.8	79	ENE	4.1	.....	62.0	59.9	32.2	24.1	NNE	10.7	.....
22	60.8	28.1	22.1	79	ENE	3.9	.....	62.0	59.7	32.6	24.5	NNE	10.7	.....
23	60.0	27.3	21.9	82	ENE	4.6	.....	61.3	59.0	31.0	23.7	NE	16.1	1.8
24	58.5	26.1	20.9	84	NE	5.6	.....	59.6	57.1	29.9	23.7	NE	16.1	13.7
25	58.1	25.2	20.5	86	ENE	3.6	.....	59.4	57.0	28.2	22.4	NE	11.6	1.5
26	59.0	26.0	20.3	82	ENE	2.3	.....	60.1	58.0	29.5	22.2	NNW	8.1	.....
27	59.3	26.6	20.9	81	ENE	3.2	.....	60.3	57.9	29.9	23.0	N	8.9	.....
28	59.5	25.4	21.3	89	ENE	4.7	.....	60.6	58.7	29.9	23.0	ENE	16.1	10.7
29	58.8	25.2	20.7	87	NE	6.4	.....	60.0	57.7	28.1	23.3	NE	15.7	1.0
30	57.7	25.8	21.0	86	ESE	2.9	.....	59.1	56.7	29.7	22.5	S	11.2	.....
Prom.	61.4	27.1	21.6	82	E $\frac{1}{2}$ NE	3.8	.....	61.4	59.0	31.6	23.8	Total de Hoy	62.3	.....

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
OCTUBRE DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS						Lluvia mm.
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del Vapor de agua	Humedad Relativa	Viento pre- dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	
	700 - Cent.	Cent.	mm.	%		m. s.	700 + Cent.	700 + Cent.	Cent.	Cent.		m. s.	mm.
1	58.1	26.7	21.3	83	ESE	3.7	59.3	56.9	31.2	22.5	S	11.6	...
2	59.0	26.2	21.9	87	ESE	2.7	60.2	57.5	31.8	23.1	NE	10.3	20.6
3	60.7	26.0	22.0	85	SE	3.3	62.5	58.8	31.8	23.6	SSE	13.9	...
4	61.9	27.1	22.3	84	ENE	4.0	63.1	60.7	31.3	23.2	NE	11.2	...
5	62.4	27.4	22.9	85	NE	4.6	63.1	61.6	30.8	24.2	NE	11.2	0.3
6	62.1	27.2	22.3	84	ENE	4.2	63.2	60.9	30.5	24.3	NE	11.2	0.8
7	61.6	27.0	21.5	82	ENE	4.1	62.7	59.8	30.5	24.0	NE	12.1	2.8
8	60.0	27.0	21.1	82	ENE	4.1	61.6	58.9	30.5	23.7	NE	12.1	1.8
9	60.0	26.8	21.8	81	ENE	3.7	61.1	58.9	30.6	23.6	NE	10.7	1.1
10	59.6	26.1	21.8	80	SE	2.3	60.7	58.1	32.2	23.2	NE	9.8	7.1
11	59.7	26.1	21.5	86	ESE	2.2	60.9	58.5	31.0	23.2	N	8.5	13.0
12	60.2	26.1	21.4	81	SE	2.5	61.2	58.9	31.2	23.4	NE	9.8	...
13	60.4	26.3	20.8	83	E	3.0	61.7	59.3	31.8	22.4	N	8.9	...
14	60.5	26.6	21.3	83	ENE	3.3	61.7	59.6	30.7	23.0	N	8.5	...
15	60.7	27.1	21.7	82	ENE	3.8	61.8	59.3	30.5	24.1	NE	10.7	...
16	61.1	27.0	21.6	82	E	4.0	62.1	60.0	32.3	24.0	NE	11.6	...
17	60.9	27.4	20.4	77	E	4.5	62.0	59.7	34.1	23.6	ENE	12.1	...
18	60.2	27.2	21.0	80	ESE	3.5	61.3	58.7	33.6	23.2	SE	10.3	...
19	60.1	26.9	22.1	84	E	2.7	61.2	58.9	31.5	23.4	N	8.1	...
20	60.6	26.5	20.6	81	NE	2.6	61.8	59.3	30.9	21.7	N	8.1	...
21	59.9	27.4	21.2	79	E	2.1	60.9	58.8	33.5	23.5	NNE	6.7	...
22	58.1	25.2	19.9	81	S	1.9	59.9	56.8	31.7	22.5	S	15.2	...
23	58.5	24.3	15.7	70	NW	7.8	60.4	56.8	27.0	22.6	NW	15.2	1.0
24	61.2	23.2	13.8	66	N	1.2	62.4	60.0	26.2	20.2	NNW	8.9	1.1
25	61.3	21.7	13.8	72	ENE	3.9	62.7	60.3	24.3	18.9	NE	12.5	5.6
26	59.9	22.9	15.3	74	ESE	2.0	61.2	58.7	27.2	17.9	N	7.6	...
27	58.9	25.0	17.2	74	WSW	3.5	60.5	57.6	29.1	19.9	WNW	10.3	...
28	59.9	24.3	14.4	64	NNW	5.1	61.2	58.6	28.8	21.6	NNW	10.7	...
29	61.4	23.1	12.5	60	N	3.6	62.6	60.5	28.0	20.1	N	9.8	...
30	61.9	23.6	14.1	65	NNE	5.6	62.9	60.7	26.8	18.9	NE	11.6	...
31	61.9	24.0	17.0	77	NE	6.2	63.0	60.5	28.9	20.2	NE	12.5	32.8
Prom.	60.4	25.8	19.6	79	E $\frac{1}{2}$ NE	3.8	61.6	59.2	30.2	22.4	Total de lluvia	88.8	

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
NOVIEMBRE DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS							Lluvia
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del vapor de agua	Humedad Relativa	Viento pre-dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento		
	700+	Cent.	mm.	%		m. s.	700+	700+	Cent.	Cent.		m/s	mm.	
1	62.0	24.7	18.4	80	NE	8.0	62.9	60.9	28.3	20.5	NE	13.0	7.6	
2	61.7	25.1	19.0	80	NNE	10.5	63.1	60.8	27.5	22.4	NE	16.1	.....
3	61.3	25.0	17.0	73	N	9.9	62.5	60.2	26.8	23.8	NNE	15.2	.....
4	61.8	24.7	16.1	70	NNE	8.7	62.9	60.8	26.7	23.2	N	14.8	.....
5	62.5	24.3	16.3	73	NE	5.1	63.5	61.5	28.4	19.4	N	12.5	4.8	
6	62.9	24.7	16.5	72	NNE	8.3	63.9	62.0	26.6	23.3	NNE	14.3	.....
7	63.2	23.4	16.7	79	ESE	5.2	64.1	62.2	27.1	21.2	NE	14.8	17.3	
8	62.9	23.7	16.2	75	ESE	4.2	64.2	61.5	27.7	20.1	NE	8.9	.....
9	62.1	24.6	18.0	79	ESE	5.1	63.8	61.2	28.7	21.0	NE	13.0	1.0	
10	59.9	21.8	18.8	81	E	3.6	61.8	58.3	28.8	21.2	NE	10.3	.....
11	55.6	24.1	18.4	84	S	4.0	58.3	53.6	29.0	21.0	SW	10.7	1.0	
12	54.0	23.2	17.4	83	SSW	7.1	55.2	52.9	28.1	20.7	SW	16.1	2.0	
13	56.9	23.6	16.6	77	WNW	4.9	58.5	51.9	26.9	20.3	NW	10.7	2.8	
14	58.7	23.2	16.8	80	NE	2.5	60.1	57.8	26.6	19.6	N	8.9	0.8	
15	58.6	22.1	13.7	70	NE	4.3	59.8	57.5	25.0	19.3	NE	11.6	.....
16	58.8	22.0	11.2	74	ESE	.....	60.3	57.5	26.8	16.4	N	7.2	.....
17	60.5	23.3	15.7	74	W	6.5	62.8	58.5	28.6	21.3	NW	12.5	2.3	
18	63.1	20.5	12.9	73	NNE	1.8	64.6	62.0	24.7	18.2	NNE	12.1	.....
19	61.8	22.2	15.0	76	ESE	2.2	63.0	60.4	27.7	17.1	NNW	7.6	.....
20	61.8	21.8	13.5	70	NW	7.2	63.4	60.2	25.0	19.1	NW	14.8	0.5	
21	64.5	18.7	10.1	63	NW	9.2	66.3	62.9	20.4	15.9	N	15.7	.....
22	65.9	18.9	11.4	70	NNE	8.2	67.4	65.2	21.3	16.0	NE	15.2	6.9	
23	65.3	23.9	12.7	64	NE	8.7	66.7	64.2	21.5	20.2	NE	16.5	.....
24	64.0	23.0	16.0	77	ESE	6.2	65.8	62.9	26.1	20.2	ESE	14.3	.....
25	60.8	23.5	18.0	84	E	4.3	63.2	59.6	26.7	20.1	N	12.5	0.3	
26	59.5	23.9	19.9	90	E	2.1	61.0	58.2	29.7	21.1	S	6.3	12.7	
27	59.8	24.1	21.0	94	E	1.9	60.9	58.8	27.2	21.5	NE	6.3	.....
28	60.2	24.5	20.2	88	NW	4.1	61.7	58.9	27.3	22.2	NW	11.6	1.3	
29	61.3	23.7	17.3	80	N	6.2	62.7	59.8	26.2	21.6	N	11.6	.....
30	62.7	23.4	17.1	80	NNE	5.7	63.9	61.3	26.4	21.4	NNE	10.3	.....
Prom.	61.1	23.3	16.4	77	NE	5.8	62.6	59.9	26.7	20.3	Total de lluvia	61.3	.....

Mario Rodríguez.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS
REGISTRADAS EN EL OBSERVATORIO NACIONAL
DICIEMBRE DE 1937

Día	VALORES MEDIOS						VALORES EXTREMOS							Lluvia
	Presión en milímetros	Temperatura	Tensión del Vapor de agua	Humedad Relativa	Viento pre-dominante	Velocidad del viento	Presión máxima	Presión mínima	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Dirección del viento	Velocidad máxima del viento	mm	
1	62.9	23.9	17.2	78	NNE	5.9	64.0	62.0	26.6	22.1	N	12.1	.....
2	65.7	22.1	13.4	68	N	8.9	64.7	62.9	24.7	20.2	N	13.1	0.5	
3	64.3	19.5	10.7	62	NNE	6.8	66.0	63.3	21.0	17.2	N	13.0	.....
4	63.0	21.0	12.7	69	NE	5.1	64.4	62.1	23.7	19.3	NNE	13.4	.....
5	60.0	20.6	11.3	64	SSE	3.5	62.3	58.3	25.9	17.3	S	10.7	.....
6	59.4	19.4	12.9	77	WNW	9.8	62.1	56.8	22.1	16.7	NW	17.0	22.4	
7	64.4	18.1	10.2	65	N	6.5	65.7	62.0	21.5	16.6	NW	13.9	.....
8	64.2	18.1	10.7	69	ENE	3.2	65.9	62.3	22.7	14.0	NE	10.3	.....
9	62.3	19.1	12.5	76	E	1.9	63.8	61.0	24.6	11.2	N	6.7	.....
10	63.0	20.0	13.2	76	N	5.0	64.3	61.9	23.0	16.4	NW	11.2	1.0	
11	62.9	18.8	10.9	68	N	6.8	65.9	62.9	21.5	16.9	NNW	12.1	.....
12	63.6	18.3	10.6	68	NNW	4.5	64.8	62.6	21.1	14.8	N	11.6	.....
13	65.9	19.0	12.5	77	E	3.1	65.5	62.3	25.7	12.2	NE	11.6	.....
14	61.7	21.8	14.7	77	E	5.1	66.1	62.9	27.0	17.0	NE	14.3	1.3	
15	64.4	21.9	15.5	80	E	4.6	66.1	63.1	25.9	19.8	NE	13.0	.....
16	62.1	22.2	15.7	80	E	5.0	63.9	60.1	27.1	18.2	NE	12.5	.....
17	60.6	24.1	16.8	77	SSE	3.5	61.9	59.3	29.6	19.4	SE	12.1	LL	
18	61.3	23.6	18.4	86	SSE	1.4	63.0	59.9	29.9	20.2	WNW	13.4	21.6	
19	63.1	22.7	18.3	89	N	3.5	65.1	61.0	25.5	19.4	N	10.3	.....
20	65.4	21.8	16.9	87	NNE	6.4	66.6	64.3	23.9	20.7	NNE	12.5	.....
21	64.6	22.0	18.1	92	N	5.0	66.2	63.6	23.9	20.9	NNW	10.3	.....
22	63.1	23.4	17.1	82	ESE	3.3	64.8	61.2	30.0	18.5	ESE	10.3	.....
23	63.4	23.8	17.6	81	ESE	2.9	64.9	61.9	29.5	20.4	SE	9.8	.....
24	64.6	23.1	17.8	85	ENE	3.7	66.1	63.5	27.4	18.2	NE	11.6	.....
25	65.2	22.9	16.7	84	ENE	4.3	66.2	63.9	26.6	19.2	NE	12.1	LL	
26	65.8	23.1	14.0	66	ENE	5.3	66.9	64.8	27.0	19.6	NE	12.5	.....
27	65.9	22.5	14.6	73	ENE	4.4	67.7	64.4	26.8	18.8	NE	13.0	.....
28	65.4	22.8	15.3	75	ENE	5.2	66.6	61.0	26.7	19.7	NE	14.3	LL	
29	65.4	23.4	15.3	72	NE	6.4	66.8	64.6	26.5	20.2	NE	14.8	.....
30	64.6	22.3	15.8	80	E	4.2	65.7	62.5	26.0	19.6	NE	13.4	0.5	
31	62.2	22.5	16.4	82	E	3.5	63.7	60.8	27.7	18.4	NE	12.1	.....
Prom.	63.5	21.6	14.6	76	NE4E	4.9	65.1	62.1	25.5	18.3	Total de lluvia	17.3	.....

Mario Rodríguez.

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1937
C.

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guano	33.2	22.8	28.0	37.5	16	21.7	25	Sr. Daniel Fernández
Granja E. Pinar del Río	32.9	20.6	26.8	35.0	10	19.0	24	Sr. Armando Díaz
Central Hershey	28.8	25.9	27.3	30.5	10	23.0	29	Personal Oficina
San Antonio, Madruga	27.7	25.9	26.8	29.0	1	24.0	28	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	29.3	23.2	26.2	31.0	18	21.6	30	Sr. Alfredo Herrera
Güines	33.0	21.8	27.5	36.0	21	20.0	27	Sr. Miguel A. Parets
Central Soledad	30.6	22.0	26.3	32.0	4	21.0	2	Personal Oficina
Cienfuegos, Oficina Cable	31.4	26.2	30.3	37.0	5	24.0	29	Sr. A. E. Stauden
Central San Lázaro	31.4	21.2	26.3	33.9	9	19.1	12	Sr. James E. Boykin
Ceballos	35.5	22.9	29.2	37.0	21	20.0	11	Sr. Frank H. Kydd
Central Elia	33.3	20.9	27.1	35.0	20	18.0	26	Srta. C. Pérez Benón
Francisco	31.8	22.2	27.0	33.0	6	21.0	12	Personal Oficina
Banes	35.0	20.6	27.8	37.8	13	18.9	2	Personal Oficina
Preston	35.4	16.5	25.9	37.8	10	15.6	2	Personal Oficina
Ensenada de Mora	30.6	23.4	27.0	34.4	19	22.2	16	Sr. Administrador
Gibara	32.2	20.4	26.3	33.0	8	18.0	3	Sr. Fulgencio Danta
Granatánamo	32.3	25.1	28.7	33.9	8	23.3	1	Personal Oficina
Central Isabel	30.0	26.0	28.0	31.5	10	22.5	11	Srta. E. L. Crossio
Holguín	32.0	24.9	28.5	34.0	21	23.2	23	Sr. J. M. Franco Moyán

LUIS SANTAMARIA,
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE OCTUBRE DE 1937
C.

ESTACIONES	Máxima	Mínima	Media mensual	Máxima cada año	Día	Mínima	Día	OBSERVADORES
	media	media				más baja		
Guano	33.2	24.3	27.3	37.2	9	15.6	30	Sr. Daniel Fernández
Pinar del Río	29.7	21.8	25.8	32.2	7	17.8	29	Sr. José E. Reyes
Granja Escuela Pinar del Río	30.3	19.2	24.8	35.0	12	14.0	29	Sr. Armando Díaz
Central Hershey	27.3	21.5	25.9	29.0	18	21.5	26	Personal Oficina
San Antonio, Madruga	27.4	25.6	26.5	30.0	9	24.0	23	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	28.2	21.4	24.8	30.6	1	16.0	30	Sr. Alfredo Herrero
Güines	30.2	20.0	21.8	33.0	1	15.0	31	Sr. Miguel A. Parets
Central Soledad	29.9	20.9	25.4	32.0	4	17.0	25	Personal Oficina
Cienfuegos, Oficina Cable	32.9	24.5	28.5	36.0	3	19.0	29	Sr. A. E. S. rhea
Central San Isidro	29.3	19.5	24.4	31.7	11	15.6	23	Sr. James E. Boykin
Central Santa Lutzgarda	30.3	25.2	27.7	33.0	1	24.0	29	Sr. Antonio Peñate
Ceballos	31.7	21.3	26.5	34.0	1	18.0	26	Sr. Frank H. Kydd
Central Elia	32.1	21.3	26.7	35.0	2	18.0	28	Srta. C. Pérez Pentin
Central Francisco	30.0	21.4	25.7	32.5	5	19.0	28	Sr. Augusto Saumells
Central Preston	33.6	16.2	24.9	36.1	20	15.6	3	Personal Oficina
Central Banes	33.1	20.2	26.6	35.6	1	18.9	15	Personal Oficina
Finca de Mora	28.9	22.2	25.6	31.1	6	20.6	31	Sr. Administrador
Gilma	30.2	22.3	26.3	32.0	1	17.0	27	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo	30.6	24.1	27.3	32.2	2	21.7	30	Personal Oficina
Central Isabel	30.6	22.8	26.7	33.3	2	20.8	31	Srta. F. L. Cusío
Holguín	30.1	24.6	27.3	33.5	22	22.0	27	Sr. J. M. Franco Mayúa

LUIS SANTAMARIA,
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE NOVIEMBRE DE 1937

C.

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Medio mensual	Mínima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	30.9	17.8	24.4	35.0	10	12.8	21	Sr. Daniel Fernández
Granja Escuela Pinar del Río	27.0	16.7	21.8	30.0	1	13.0	10	Sr. Armando Díaz
Central Hershey	21.7	22.2	23.5	26.5	1	18.0	22	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	25.1	19.3	22.2	27.2	10	13.0	22	Sr. Alfredo Herrera
Güis	26.3	17.5	21.9	29.0	11	10.0	22	Sr. Miguel A. Parets
Central Soledad	26.8	19.0	22.9	29.0	11	13.0	20	Personal Oficina
Cienfuegos Oficina Cable	30.5	22.1	26.3	34.0	14	18.0	21	Sr. A. E. Stauden
Central San Isidro	25.2	16.8	21.0	28.9	19	13.3	22	Sr. James E. Boykin
Central Santa Lucgarda	26.6	23.6	25.3	30.0	1	17.0	21	Sr. Antonio Peñaite
Ceballos	26.8	20.4	23.6	30.0	9	16.5	16	Sr. Frank H. Kydd
Central Elia	38.9	20.4	24.7	32.0	8	16.0	15	Srta. C. Pérez Peñaite
Central Francisco	27.3	20.3	23.8	30.0	11	18.0	15	Sr. Augusto Samuels
Central Banes	31.7	19.0	25.4	35.6	30	15.6	16	Personal Oficina
Central Preston	28.0	15.7	22.6	32.2	4	13.3	15	Personal Oficina
Ensenada de Mora	27.8	21.4	24.6	32.2	8	18.9	14	Sr. Administrador
Gibara	27.4	18.2	22.8	29.0	9	16.0	14	Sr. Fulgencio Datta
Guantánamo	28.3	23.1	25.7	30.6	9	20.0	15	Personal Oficina
Central Isabel	27.0	21.0	24.0	31.0	19	19.0	16	Srta. E. I. Cossio
Holguín	26.9	22.1	24.7	29.0	5	20.0	16	Sr. J. M. Franco Mayús

LUIS SANTAMARIA,
Oficial de Climatología

TEMPERATURAS EN LA REPUBLICA DURANTE EL MES DE DICIEMBRE DE 1937

C.

ESTACIONES	Máxima media	Mínima media	Media mensual	Máxima más alta	Día	Mínima más baja	Día	OBSERVADORES
Guane	29.4	16.3	22.8	33.3	18	10.6	7	Sr. Daniel Fernández
Granja Escuela Pinar del Río	25.0	14.2	19.6	28.0	18	9.0	12	Sr. Armando Díaz
Central Hershey	22.9	21.1	22.0	24.5	1	19.0	7	Personal Oficina
Santiago de las Vegas	24.0	17.2	20.6	26.6	1	11.0	13	Sr. Alfredo Herrera
Guines	24.0	15.0	20.3	28.0	18	9.0	13	Sr. Miguel A. Pareta
Central Soledad	25.5	16.5	21.0	29.0	24	11.0	7	Personal Oficina
Cienfuegos O. Cable	29.0	23.3	26.2	31.0	19	13.0	7	Sr. A. E. Stauden
Central San Isidro	25.3	15.2	20.3	28.3	19	10.6	11	Sr. James E. Boykin
Santa Jutgado	24.7	21.9	23.3	28.0	18	17.0	12	Sr. Antonio Peñate
Ceballos	26.4	18.0	21.9	30.0	23	12.5	8	Sr. Frank H. Kydd
Central Elin	26.1	18.3	22.2	29.0	6	15.0	3	Sra. C. Pérez Pentón
Central Francisco	26.3	17.8	22.1	29.0	21	14.5	1	Sr. Augusto Saumells
Central Banes	29.4	16.8	23.1	32.8	1	13.9	19	Personal Oficina
Central Preston	29.2	14.5	21.8	32.7	18	11.1	4	Personal Oficina
Gibara	26.7	17.0	21.8	28.0	18	11.0	8	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo	27.4	20.2	23.8	30.0	21	14.4	1	Personal Oficina
Central Isabel	25.3	19.3	22.3	30.0	25	13.5	22	Sra. E. L. Cossío
Holguín	26.4	20.7	23.5	29.8	18	19.0	4	Sr. J. M. Franco Moyón

LUIS SANTAMARIA,
Oficial de Climatología

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1937

(Milímetros)

ESTACIONES	SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		OBSERVADORES
	Total duran- te el mes	Núm. de días							
Guano	144	13	195	9	42	5	43	6	Sr. Daniel Fernández
Granja Escuela Pinar del Río	260	8	182	6	24	4	42	2	Sr. Armando Díaz
Central Niágara	164	8	.....	.....	70	6	44	4	Personal Oficina
Central Hershey	199	8	88	8	108	10	27	5	Personal Oficina
Central San Antonio	70	10	81	8	47	5	5	2	Personal Oficina
Central Nueva Paz	177	11	52	3	69	3	.....	.....	Sr. E. H. Gato
Santiago de las Vegas	76	9	76	5	33	6	36	1	Sr. Alfredo Herrera
Gilines	98	11	21	3	16	3	2	1	Sr. Miguel A. Parets
Central Conejita	113	9	79	3	65	4	0	0	Sr. Administrador
Central Guipúzcoa	81	6	80	4	72	5	8	2	Personal Oficina
Central Pochuena	123	18	.....	.....	27	1	.....	.....	Sr. Fidel Barreto
Central Mercedes	126	10	88	6	27	2	.....	.....	Sr. R. Fernández
Central Soledad	183	14	128	9	28	5	8	2	Personal Oficina
Central Caracas	228	12	157	8	31	6	3	1	Personal Oficina
Central Constanca	233	.....	62	.....	0	0	.....	.....	Sr. W. Casanova Jr.
Cienfuegos Oficina Cable	160	15	153	8	81	5	5	1	Sr. A. E. Scauden
Central San Isidro	373	8	128	7	132	5	4	1	Sr. James E. Boykin
Central Santa Lucgarda	.....	.....	223	9	66	6	10	1	Sr. Antonio Peñate
Central Unidad	270	.....	.....	.....	69	.....	2	.....	Personal Oficina
Central Algodones	.....	.....	68	4	58	8	5	2	Sr. M. Gozález
Central Tuinicú	199	15	.....	.....	23	7	3	4	Personal Oficina
Ceballos	212	13	85	8	121	11	10	4	Sr. Frank H. Kydd
Central Estrella-Zona N.	284	10	70	5	149	7	0	0	Sr. Elio C. Damas
Central Estrella-Zona S.	204	9	129	5	149	9	5	1	Sr. Elio C. Damas
Central Elia	110	8	186	10	202	14	0	0	Srta. C. Pérez Penón
Central Francisco	149	16	171	11	220	13	0	0	Sr. Augusto Samuels
Granja Escuela Camagüey	850	7	200	5	223	10	110	3	Sr. Director

Continúa en la siguiente página.

LLUVIA EN LA REPUBLICA DURANTE LOS MESES DE
SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1937

Continuación

ESTACIONES	SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		OBSERVADORES
	Total duran- te el mes	Núm. de días							
Central Jaracú	198	15	173	10	105	16	20	6	Personal Oficina
Ingenio Jaribonico	161	16	109	9	65	9	0	0	Personal Oficina
Central Lagareño	70	11	135	9	180	14	9	3	Sr. Administrador
Central Morón	214	11	59	5	95	6	7	1	Sr. R. Riverón
Central Najasa	71	10	153	7	166	13	.....	.....	Personal Oficina
Central Patria	224	13	75	9	132	15	2	2	Sr. Enrique Armador
Central Stewart	237	13	99	9	86	7	.....	.....	Sr. Administrador
Central Senado	263	8	266	7	216	14	32	6	Sr. Administrador
Central Siboney	159	12	226	8	75	12	2	1	Sr. A. Suárez
Central Violeta	284	11	30	5	71	13	11	2	Personal Oficina
Central Velasco	223	8	62	4	92	5	13	2	Sr. Raúl Perdomo
Central Vertientes	122	14	.....	.....	.....	.....	.....	.....	Personal Oficina
Central Algodonal	78	6	.....	.....	166	10	8	3	Personal Oficina
Central Almeida	55	9	304	13	129	10	31	2	Personal Oficina
Central Borjita	45	8	266	16	110	10	13	2	Personal Oficina
Central Preston	70	13	125	22	422	24	41	17	Personal Oficina
Central Banes	120	18	167	22	432	25	28	18	Personal Oficina
Eisenada de Mora-Cape Cruz	59	14	191	12	136	12	5	4	Sr. Administrador
Gibara	52	8	183	13	300	26	21	10	Sr. Fulgencio Danta
Guantánamo Sugar Co.	76	5	327	14	100	13	18	3	Personal Oficina
Central Chaparra	311	.....	181	.....	200	.....	.....	.....	Personal Oficina
Central Delicias	226	.....	239	.....	215	.....	.....	.....	Personal Oficina
Central Isabel-M. Lora	120	10	132	15	154	18	1	1	Srta. E. L. Cossío
Ingenio Jobabo	157	10	94	4	199	17	1	1	Personal Oficina
Central Manatí	149	8	131	7	222	15	8	2	Personal Oficina
Central Río Cauto	166	9	106	6	59	8	.....	.....	Personal Oficina
Holguín	74	7	23	7	97	14	1	7	Sr. J. M. Franco Moyón

LUIS SANTAMARIA
Oficial de Climatología.

**PUBLICACIONES RECIBIDAS EN EL
OBSERVATORIO NACIONAL DURANTE LOS MESES
DE SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE
Y DICIEMBRE DE 1937**

SEPTIEMBRE

- U. S. Weather Bureau.
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 5.
- The British East African Meteorological Service,
Annual Report for the Year 1936.
Bulletins of Daily Rainfall in Northern Rhodesia, 1936.
Bulletin of Daily Rainfall in Kenya Colony, 1936.
Bulletins of Daily Rainfall in Tanganyika Territory, 1936.
- Observatoire de l'Université Sun Yat Sen,
Revue Bimensuelle, Nov-Dic, 1937.
- U. S. Hydrographic Office,
Notice to Mariners, No. 37, 1937.
- Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig,
Über die Polarisation des Himmelslichtes, Von W. Smosarski.
Polarisation des Himmelslichtes in Weltpol und andere
Beobachtungen, Von W. Smosarski.
Dämmerungsfarben-Intensität in den Jahren 1913-1936, Von W.
Smosarski.
- Meteorológiai és Földmágnasségi Intézet, Budapest,
Witterungsbericht von Ungarn, Ene-Feb-Mar, 1937.
- Commonwealth of the Philippines, Weather Bureau,
Wind and Rainfall Distribution in Selected Philippine
Typhoons, Rev. Charles E. Deppermann, S. J.
- Journal of Calendar Reform, April 1937.

- University of Florida, Bulletin No. 3,
The Locating of Tropical Storms by Means of Associated Static.
- Meteorológiai és Földmágnasségi Intézet,
Jahrbücher, LXIII Band, Jahrgang 1932.
- Gobierno Provincial de Santa Clara,
Boletín de Información Agrícola, Julio-Agosto, 1937.
- Estados Unidos de Venezuela, Servicio Meteorológico Nacional,
Observatorio Cajigal, Año 1936.
- Harvard College Observatory,
Bulletin No. 906.
- Tashkent Astronomical Observatory, U.R.S.S.,
Astronomical Circular No. 68, 1937.
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien,
Die Witterung in Oesterreich in 1937.
- Sociedad Cubana de Ingenieros,
Revista, Vol. XXX, No. 9.
- København's Observatorium,
Publikationer Nr. 111, 112, 1937.

OCTUBRE

- Université de Leningrad,
Publications, Vol. VII.
- Servei Meteorologie de Catalunya,
Sondatges de l'Atmosfera Lliure a Barcelona, amb Globus Pilots
durant l'Any 1936, Gabriel Campo.
- Commonwealth of the Philippine Islands, Weather Bureau,
Annual Report of the Weather Bureau,
Seismological Bulletin for 1936, July-December.
- U. S. Weather Bureau,
Climatological Data, Vol. XXIII, No. 13.
- Sterrewacht te Leiden,
Annalen Leiden XVII, 1; "A Study of the Double Cluster in
Perseus", Von Oosterhoff.

- Observatorio del Ebro,
Boletín, Vol. XXVI.
Boletín Mensual, Vol. XXVII, Nos. 10-11-12. Serie A.
- U. S. Hydrographic Office,
Notice to Mariners, Nos. 38-39-40-41, 1937.
- Meteorológiai és Földművelésügyi Intézet,
Witterungsbericht von Ungarn, 1937.
- Centro Nacional de Agricultura, Costa Rica,
Informe Anual, 1936.
- Observatorio de San Miguel, República Argentina,
La Materia Interestelar, Ignacio Puig, S. J.
- Zeiss Nachrichten, Sonderheft 2, August 1937.
- Importancia de la Geología Aplicada en la Economía Nacional,
Ing. Eduardo I. Montouliou de La Torre.
- Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya, D. F., México,
Boletín No. 16, Agosto de 1937.
- Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, Band 7, Nro. 1, Stockholm,
Fyrisan, av Ragnar Melin, 1937.
- Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, Band 6, Nro. 6, Stockholm,
Isförhållandena vid Sveriges Kuster.

NOVIEMBRE

- British East African Meteorological Service,
Bulletin of Daily Rainfall in Kenya Colony, 1937.
Bulletins of Daily Rainfall in Uganda Protectorate, 1937.
Bulletins of Daily Rainfall in Northern Rhodesia, 1937.
Bulletins of Daily Rainfall in Tanganyika Territory, 1937.
- U. S. Weather Bureau,
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 6.
- Servei Meteorològic de Catalunya,
L'Anomalia Tèrmica de la Plana de Vic, E. Fontseré, 1937.
- Pulkovo Observatory, U.R.S.S.,
Circular, September 1937.

- Sociedad Cubana de Ingenieros,
Revista, Octubre de 1937. Vol. XXX, No. 10.
- U. S. Hydrographic Office,
Notice to Mariners, No. 42, 1937.
- Deutsches Reich Reichsamt für Wetterdienst,
Wissenschaftliche Abhandlungen, Band III, Nos. 7-8-9, 1937.
- Institute of Theoretical Astrophysics of Oslo University,
Astrophysica Norvegica, Vol. II, No. 6, Sept. 1937.
- Observatoire Astronomique de Wilno,
Boletín No. 19, 1937.
- U. S. Weather Bureau,
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 7, 1937.
- Stonyhurst College Observatory,
Results of Geophysical and Solar Observations, 1936.
- A Magyar Meteorológiai Társaság Folyóirata,
Az Időjárás, Julio-Agosto 1937.
- Sociedad Cubana de Ingenieros,
Revista, Vol. XXX, No. 11, 1937.
- Société d'Astronomie Populaire de Toulouse,
Bulletin Mensuel, No. 179.
- Escuela Superior de Artes y Oficios de La Habana,
Revista Arte, Ciencia, Trabajo, Vol. I, Nos. 3-4.
- Société d'Astronomie d'Anvers,
Gazette Astronomique, Nos. 284-285.

DICIEMBRE

- Deutsche Seewarte,
Jahresbericht über die Tätigkeit der Deutschen Seewarte, 1936.
- Stockholms Observatorium,
Meddelande No. 33.
- Société d'Astronomie Populaire d'Toulouse,
Bulletin Mensuel, No. 180.

- Sociedad de Estudios Astronómicos y Geográficos, México.
Revista, Tomo IV, No. 1.
- Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg.
Veröffentlichungen, Band XI, Heft 5.
- Observatorio Astronómico Engelhardt de la Universidad de Kasan.
Publicaciones, No. 19, 1937.
- Characteristics of the Ionosphere at Washington D. C.,
January to August, 1937, by T. R. Gilliland, S. S. Kirby and
others.
- Commonwealth of the Philippines, Weather Bureau,
Annual Report of the Weather Bureau, 1937.
Meteorological Bulletin for 1936, Jan-April.
- Sudden Disturbances of the Ionosphere, by J. H. Dellinger, 1937.
- Reichsamt für Wetterdienst.
Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes, Dez. 1937.
- U. S. Weather Bureau,
Climatological Data, Vol. XXIV, No. 8.
- Société d'Astronomie d'Anvers,
Gazette Astronomique, Nos. 286-287.
- Sociedad Cubana de Ingenieros,
Revista, Vol. XXX, No. 12.
- U. S. Weather Bureau,
Monthly Weather Review, June-July-August, 1937.
- Deutsches Reich Reichsamt für Wetterdienst,
Wissenschaftliche Abhandlungen, Band III, No. 10.
- Observatorio Central de Pulkovo, U.R.S.S.
Boletín, Vol. XIV, Nos. 118-123.
Pulkovo Observatory Circular, No. 21.
- Observatorio del Ebro,
Resumen de las Observaciones, 1936, Vol. XXVIII, Serie A.
- Observatorio Meteorológico de Macao, China,
Resumen de las Observaciones Meteorológicas, 1937.

E. T.

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN II
EPOCA III

	<u>Pág.</u>
Analysis of the barogram of a hurricane.— <i>José Carlos Millás</i> , Director of the Observatorio Nacional.....	3
La estructura de los ciclones tropicales.— <i>Lieutenant Arnold E. True</i> , U. S. Navy. Traducción del inglés de <i>Oscar Rivero Ortiz</i> , Sub-Director del Observatorio Nacional.....	16
El sistema del Sol y su origen.— <i>Isolina de Velasco de Millás</i> ..	21
Sobre las teorías que se exponen para explicar la formación de las tormentas ciclónicas extra-tropicales.— <i>Oscar Rivero Ortiz</i> , Sub-Director del Observatorio Nacional.....	37
Primer Cursillo de Meteorología Práctica en el Observatorio Nacional.— <i>José Carlos Millás</i> , Director del Observatorio Nacional	65
Notas Astronómicas.— <i>I. Velasco de Millás</i>	67
Observaciones aerológicas en La Habana.— <i>Ernesto Tabío</i> , Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional	73
Estado general del tiempo en La Habana en el primer cuatrimestre del año 1937.....	98
Algunos fenómenos meteorológicos interesantes en el primer cuatrimestre del año 1937.....	101

	Pág.
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional en el primer cuatrimestre del año 1937.....	103
Temperaturas y lluvias en la República en el primer cuatrimestre del año 1937.....	107
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1937.....	113
Ecuaciones diferenciales de la rotación terrestre.— <i>José Isaac Corral</i> , Ingeniero de Minas.....	121
La distribución general de las presiones y sus variaciones periódicas y accidentales.— <i>Oscar Rivero Ortiz</i> , Sub-Director del Observatorio Nacional.....	158
Las turbonadas y la aviación.— <i>Ernesto E. Tabío</i> , Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional.....	184
Algunas diferencias entre años tormentosos y años no-tormentosos en la porción occidental de Cuba.— <i>José Carlos Millás</i> , Director del Observatorio Nacional.....	194
Notas Astronómicas.— <i>I. Velasco de Millás</i>	206
Consideraciones sobre el resultado de las observaciones aerológicas efectuadas en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 1937.— <i>Ernesto E. Tabío</i> , Encargado de la Sección de Aerología del Observatorio Nacional.....	211
Tablas de salidas y puestas del Sol en La Habana calculadas en el Observatorio Nacional para el año 1938.— <i>Luis Santanarúa</i> , Oficial de Climatología.....	236
Estado general del tiempo en La Habana en el segundo cuatrimestre del año 1937.....	240

Pág.

Algunos fenómenos meteorológicos interesantes en el segundo cuatrimestre del año 1937.....	243
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional, en el segundo cuatrimestre del año 1937.....	245
Temperaturas y lluvias en la República en el segundo cuatrimestre del año 1937.....	249
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses de mayo, junio, julio y agosto de 1937.....	255
Thermogenese Solaire.— <i>Mario Filippi</i> .—Professeur de Physique au lycée du Vedado, la Havane.....	265
La Maravillosa de la Ballena.—Ing. <i>Benjamín Muñoz Gimarte</i> . Doctor en Ciencias Físico-Químicas.....	273
La Estación Meteorológica del Cayo Paredón Grande.— <i>José Carlos Millás</i> , Director del Observatorio Nacional.....	285
Notas Astronómicas.— <i>I. Velasco de Millás</i>	295
Consideraciones sobre el resultado de las observaciones aerológicas efectuadas en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1937.....	303
Necrología.—Año 1937.....	328
Estado General del tiempo en La Habana en el tercer cuatrimestre de 1937.....	331
Algunos fenómenos interesantes en el tercer cuatrimestre de 1937.....	334
Depresiones, perturbaciones y ciclones de la temporada ciclónica del año 1937.....	336

	<u>Pág.</u>
Resumen del estado general del tiempo en La Habana durante el año 1937	339
Observaciones meteorológicas registradas en el Observatorio Nacional en el tercer cuatrimestre del año 1937	340
Temperaturas y lluvias en la República en el tercer cuatrimestre del año 1937	344 y 346
Publicaciones recibidas en el Observatorio Nacional durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1937	350
Índice General del Vol. II, Epoca III	355

We desire the exchange of scientific publications.

On demande l'échange des publications scientifiques.

Tausch wissenschaftlicher Arbeiten und Veröffentlichungen erbeten.

Si prega l'intercambio di pubblicazioni scientifiche.

*
Toda la correspondencia relacionada con esta publicación deberá dirigirse al

DIRECTOR DEL OBSERVATORIO NACIONAL,
CASA BLANCA,
LA HABANA,
CUBA.

MOLINA Y CIA. IMPRESORES.
MURALLA 22-27
HABANA